# தாவரச் சூழ்நிலையியல், மரபியல், உயிர்மருஉ இயல், இயங்கியல்

## (துணைப் பாடம்)

<u>பிற்சேர்க்கை</u>

ஆசிரியர்
டாக்டர் கு. பெரியசாமி, எம்.எஸ்சி., பிஎச்.டி.,
தாவரவியல் பேராசிரியர்,
கலைஞர் கருணாநிதி அரசினர் கலைக் கல்லூரி,
திருவண்ணாமலை.



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

# தாவரச் சூழ்நிலையியல், மரபியல், உயிர்மரூஉ இயல், இயங்கியல்

## (துணைப் பாடம்)

**பிற்சேர்க்கை**

ஆசிரியர்
டாக்டர் கு. பெரியசாமி, எம்.எஸ்சி., பிஎச்.டி.,
தாவரவியல் பேராசிரியர்,
கலைஞர் கருணாநிதி அரசினர் கலைக் கல்லூரி,
தருவண்ணமலை.



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

Supplement Edition—November, 1973



# PHYSIOLOGY, ECOLOGY, HEREDITY and EVOLUTION (Ancillary) —Supplement

Dr. K. PERIYASAMY

**Price Rs. 1-90**

(Or supplied free of cost when original book is purchased)

## பொருளடக்கம்

பக்கம்



'Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.'

*Printed by*
KUMARAN PRESS,
298, Mint Street,
Madras 600001.

# சூழ் நிலையியல்

**சூழுயிரமிசங்கள்** (Biotic factors)

தாவரங்களின் குழுமம் (Community), வானிலை, மண் தன்மை ஆகிய அமிசங்களால் பாதிக்கப்படுவதுபோல், அவற்றைச் சூழ்ந் துள்ள தாவரங்கள், விலங்குகள் ஆகியவற்ருலும் பாதிக்கப்படு கின்றன. ஒவ்வொரு தாவரமும் அதனேடு தொடர்பு கொள்ளும் மற்ற தாவரங்களாலும், விலங்குகளாலும் பாதிக்கப்படுவதும், அதனுல் தாவரக் குழுமங்களின் அமைப்பும், தோற்றமும், வளர்ச்சி யும் பாதிக்கப்படுவதும் இயற்கையில் இடையருது நடைபெறு கிறது. பொதுவாகப் பார்க்குமிடத்து, தாவரங்களும் விலங்கு களும் பலவிதங்களில் ஒன்றையொன்று சார்ந்திருக்கின்றன. விலங்குகளுக்குத் தாவரங்கள் உணவாகவும், விலங்குகளின் கழிவுப்பொருள்களும், இறந்த பகுதிகளும் முடிவில் தாவரங்களுக்கு எருவாகவும் பயன்படுகின்றன. மற்றும் பலவிதங்களில் தாவரங் களுக்கும் விலங்குகளுக்கும் இடையே தொடர்புகள் ஏற்படு கின்றன. இவ்வாறு உயிரினங்களிடையே ஏற்படும் தொடர்புக ளனைத்தையும் கூட்டுயிர் வாழ்வு (symbiosis) என்ற ஒரே பொதுச் சொல்லால் மக்டூகல் (Mcdougal) என்பவர் குறிப்பிடுகிருர். மேலும், இதன்கீழ் பல பிரிவுகளையும், அவற்றின் தன்மைகளையும் அவர் வகைப்படுத்தியுள்ளார். அவையாவன :

**I. தொடாத கூட்டுயிர் வாழ்வு** (Disjunctive symbiosis)

இதில் சப்பந்தப்பட்ட உயிர்கள் இடைவிடாமல் ஒன்றை யொன்று தொட்டுக் கொண்டிருப்பதில்லை.

**அ. சமூக உறவு** (Social)

இதில் நேரடி உணவுத் தொடர்புகளில்லை. நிழல், காற் ருேட்டம், மண், நீர் ஆகிய அமிசங்களில் ஒரு தாவரம் மற்ருென்றைப் பாதிப்பதும், மட்குண்ணிகளின் வாழ்க்கையும் இதில் அடங்குவனவாகும்.

ஆ. **உணவுறவு** (Nutritive)

(1) **எதிர்ப்புறவு** (Antagonistic): மேயும் விலங்குகளும் அவற்றிற்கு உணவாகும் தாவரங்களும்; புலாலுண் (carnivorous) தாவரங்களும் அவற்றுக்கிரையாகும் விலங்குகளும்.

(2) **பரஸ்பர உறவு** (Reciprocal): இதில் இரண்டு உயிர்கள் ஒன்றுக்கொன்று பரஸ்பரம் உதவவேண்டு மென்பதில்லை. மாறாக இரண்டும் ஒன்றையொன்று அபகரித்தாலும் அதனாலுண்டாகும் தீமைகளைவிட நன்மைகளே அதிகமாக இருக்கும். மகரந்தச் சேர்க்கையை ஏற்படுத்தும் விலங்குகளும், விதைகளைப் பரப்பும் விலங்குகளும், பூசணங்களை வளர்த்து உண்டு அவற்றைப் பரப்பும் பூச்சிகளும். மனிதனால் செய்யப்படும் பயிர் சாகுபடியும், சில உயர் தாவரங்களின் நடுப் பொந்துகளில் வாழ்ந்து, மற்ற பூச்சிகள் அத் தாவரங்களைத் தாக்காமல் பாதுகாக்கும் எறும்பினங்களும் இப் பிரிவில் அடங்குவனவாகும்.

II. **தொட்டுவாழ் கூட்டுயிர்கள்** (Conjunctive symbiosis)

அ. **சமூக உறவு** (Social)

மற்ற தாவரங்களின்மேல் தொற்றி வாழும் தொற்றுயிரிகளும் (epiphytes), படர் கொடிகளும் (lianas), அசோலா (azolla) என்னுந் தாவரத்தின் இலைகள், சைகஸ் (cycas) தாவரத்தின் வேர்கள், ஆந்தொசிராஸ் (anthoceros) தாவரத்தின் உட்குழிகள், ஸ்லாத் (sloth) விலங்குகளின் மயிர் பரப்பு ஆகிய இடங்களில் வாழும் பாசி இனங்களும் இதில் அடங்குவனவாகும்.

ஆ. **உணவுறவு** (Nutritive)

(1) **எதிர்ப்புறவு** (Antagonistic): தாவரங்களைத் தாக்கி நோயுண்டாக்கும் ஒட்டுண்ணி பாக்டீரியங்கள், பூஞ்சணங்கள், புரொட்டொசோவா (protozoa) விலங்கினங்கள், நெமடோடுகள், பூச்சிகள், ஒட்டுண்ணித் தாவரங்கள் முதலியனவும், விலங்கினங் களைத் தாக்கும் பாக்டீரியங்கள், பூஞ்சணங்கள் முதலியனவும் இப் பிரிவில் அடங்குவனவாகும்.

(2) **பரஸ்பர உறவு** (Reciprocal): லைகன்கள், உயர் தாவர வேர்களைச் சூழ்ந்திருக்கும் மைகோரைசாக்கள், (mycorhizae), நைட்ரஜன் நிலைப்படுத்தும் பாக்டீரியங்கள், புரொட்டொசோவா இனங்கள், கிளிஞ்சல்கள், தட்டைப் புழுக்கள் முதலியவற்றினுள் வாழும் பாசிகள் முதலியவை இப் பிரிவில் அடங்குவனவாகும்.

மேற்சொன்ன பலவித கூட்டுயிர் வாழ்க்கைகளில் முக்கிய மான சிலவற்றைப் பற்றிய விரிவான விவரங்கள் கீழே தரப் பட்டுள்ளன.

**மேயும் விலங்குகள்** (Herbivorous animals)

மேய்தலானது சூழுயிர்களைப் பொறுத்தவரை ஒரு மிக முக்கிய மான அமிசமாகும். வளர்ப்பு விலங்குகளும், காட்டு விலங்குகளும் நாள்தோறும் உலகத்தில் எல்லாப் பாகங்களிலும் ஏராளமான பரப்பளவில் மேய்கின்றன. ஆடுமாடுகள், மான் இனங்கள், முயல் இனங்கள், யானை, ஒட்டகம், எருமை முதலிய விலங்குகளின் மேய்ச்சலால் தாவரங்களுக்குப் பெருத்த சேதம் விளைகிறது. அவ்வாறு ஏற்படும் சேதங்களைப் பலவிதமாக வகைப்படுத்தலாம்.

(1) முழுத் தாவரத்தையுமோ, அல்லது ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெறும் பசுமையான பாகங்களையோ மேய்ந்துவிடுவதால், அத் தாவரங்கள் முழுதும் இறந்துபோகலாம்.

(2) பல சிறிய தாவரங்கள் விலங்குகளின் கால்களால் மிதி பட்டு நாசமடையலாம்.

(3) அளவுக்கு மேற்பட்ட மேய்ச்சலால் மண் அரிப்பு ஏற்பட ஏதுவாகிறது. மழைத்துளிகள் மண்ணில் விழும் வேகத்தையும், மழை நீரின் ஓட்டத்தையும் காற்று வீச்சையும் குறைக்கக்கூடிய மண்மூடாக்காகப் பயன்படும் தாவரங்கள் அற்றுப்போவதால், நீர், காற்று ஆகியவற்றால் எளிதில் மண் அரிக்கப்பட ஏதுவா கிறது. நூற்றுக்கணக்கான ஆண்டுகளாகச் சேர்ந்த மண் ஒரே ஆண்டில் அரித்துச் செல்லப்படலாம்.

மரங்களும், புதர்களும் மேய்ச்சலால் அதிகமாக பாதிக்கப் படுவதில்லை. ஆனால் சிறு செடிகள், குறிப்பாக ஒரு பருவப் பயிர்கள் மேய்ச்சலால் வெகு எதிளில் அழிக்கப்படுகின்றன. பல பருவச் சிறு செடிகள் நாற்றுகளாக இருக்கும்போது அதிகமாக மேயப்பட்டால் இறந்துவிடலாம். ஆனால் நன்றாக வளர்ந்து, வேரடிப் பாகங்களில் உணவுப் பொருள்களைச் சேமித்து வைத்த பிறகு மேய்ச்சலால் இறந்துபோவதில்லை. மேயும் விலங்குகள் குறிப்பிட்ட தாவரங்களைப் பதவிதங்களில் மேயலாம். ஆடுகள் பொதுவாக அகலமான இலைகளையுடைய சிறு செடிகளையும், புல் நுனியையும் மேய்கின்றன. மாடுகள், குதிரைகள் முதலியவை புல்லை மட்டும் மேய்கின்றன. யானை, ஒட்டகம் முதலியன மரங்கள், புதர்ச் செடிகள் ஆகியவற்றின் இலைகளை மேய்கின்றன.

சில தாவரங்களை எந்த விலங்கும் மேய்வதில்லை. மற்ற தாவரங்கள் மேய்ச்சலால் அழிக்கப்பட்டால், மேயப்படாத தாவரங்களின் எண்ணிக்கை பெருகலாம். ஆனால், மேயப்படாத தாவரங்களின் விதைகளும், கனிகளும் விலங்குகளால் உண்ணப்படலாம். அவ்வாறாயின் காலப்போக்கில் அத் தாவரங்களின் எண்ணிக்கை வெகுவாகக் குறைக்கப்படுகிறது. எலிகளைப் போன்ற விலங்குகளும், பறவைகளும், விதைகளையும், கனிகளையும் ஏராளமாக உண்டு அத் தாவரங்களின் எண்ணிக்கையைக் கட்டுப்படுத்தினாலும், ஓரளவுக்கு அத் தாவரங்கள் பரவுவதற்குக் காரணமாகின்றன.

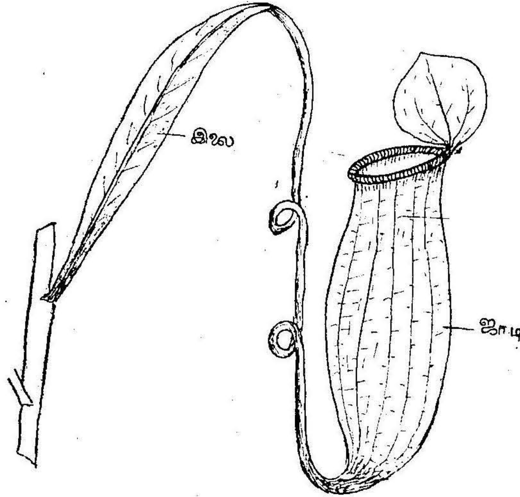
**புலாலுண் தாவரங்கள்** (Insectivorous plants)

புலாலுண் தாவரங்கள் ஓரளவுக்குத் தமது உணவைத் தாமே தயாரித்துக் கொள்ளுவனவாகவும், ஓரளவு பூச்சிகளைக் கொன்று அவற்றின் உடலை உணவாக்கிக் கொள்ளுவனவாகவும் உள்ளன. பொதுவாக அவை கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளைத் தாமே தயாரிக்கின்றன. ஆனால் புரொட்டீனைத் தயாரிக்க இயலாதன. ஏனென்றால், அவை வளருமிடங்கள் நீர் நிறைந்த சதுப்பு மண்ணாக இருப்பதால் அவற்றிற்கு நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருள்கள் கிடைப்பதில்லை. அவற்றின் வேர்களும் அதிக வளர்ச்சியடைவதில்லை. எனவே, அவை தமது நைட்ரஜன் உணவுத் தேவையைப் பூச்சிகளைப் பிடித்து அவற்றின் உடலைச் செரிமானஞ் செய்து பெறுகின்றன. இத் தாவரங்களெல்லாவற்றிலும் அவற்றின் இலைகள் பூச்சிகளைப் பிடிப்பதற்காகப் பல்வேறு விதங்களில் திரிபுற்றமைந்துள்ளன. அத்தகைய திரிபுகள் சிலவற்றையும், அவை செயல்படும் விதத்தையும் பார்ப்போம்.

**ஜாடிச்செடி** (Pitcher plant)

இத் தாவரம் நெபெந்தஸ் (nepenthes) என்ற பேரினத்தைச் சேர்ந்தது. இதன் இலைகள் பூச்சிகளைப் பிடிப்பதற்காக ஜாடியைப் போலத் திரிபுற்றிருப்பதால் இது ஜாடிச்செடி என்றும் சொல்லப்படுகிறது (படம் 54). இதன் இலைக்காம்பு நீண்ட சுருளி (tendril) யாக வளர்ந்து மற்ற தாவரங்களின்மேல் பற்றிக் கொள்ளுவதற்கு ஏற்றாற்போலமைந்துள்ளது. இலையின் நுனிப்பகுதி மட்டும் ஜாடியைப் போலமைந்திருக்கிறது. ஜாடியின் நுனியில் மூடியைப் போன்ற வண்ண அமைப்பு ஒன்று உள்ளது. ஜாடியின் விளிம்பில் மதுவை உண்டாக்கும் சுரப்பிகள் வரிசையாக அமைந்துள்ளன. விளிம்பின்கீழ் ஜாடியின் மேற்பகுதியில் உட்புறமாகச் சுரப்பிகளும், மயிர்போன்ற வளர்ச்சிகளும் உள்ளன. இதன்கீழ்

ஜாடியினுட்புறம் மிக வழவழப்பாக இருக்கிறது. ஜாடியின் அடியில் ஒருவித திரவம் எப்போதும் இருக்கிறது.




படம் 54.

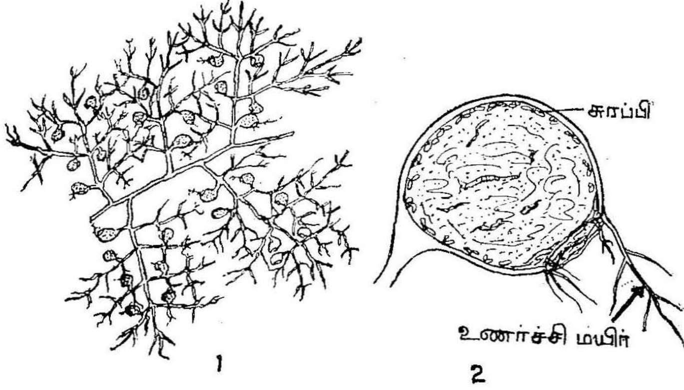
ஜாடிச்செடி (Nepenthes)

வண்ணமுடைய மூடி, பூச்சிகளைக் கவருகிறது. பூச்சிகள் மதுவைக் குடிக்க, ஜாடியின் விளிம்பிலமர்ந்து உட்புறமாகச் செல்லும்போது வழுக்கி, அடியிலுள்ள திரவத்தில் விழுந்துவிடு கின்றன. கீழ்நோக்கி நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் மயிர்கள் பூச்சிகள் மறுபடியும் வெளியே ஊர்ந்துகொண்டு போகமுடியாமல் தடுக் கின்றன. எனவே, பூச்சிகள் இறந்துவிடுகின்றன. ஜாடியினுட்புற மிருக்கும் சுரப்பிகளால் சுரக்கப்படும் ஜீரண நீர்களால் பூச்சி களின் உடல்கள் ஜீரணிக்கப்பட்டு, உறிஞ்சிக்கொள்ளப்படுகின்றன.

**யூட்ரிகுலேரியா (Utricularia) அல்லது பைத்தாவரம் (Bladder-wort)**

இது நீரில் மிதக்கும் ஒரு தாவரம். இதற்கு வேர்கள் கிடையா. இலைகள் மெல்லிய கிளைகளாகப் பலமுறை கிளைத்துள்ளன. இக் கிளைகளில் சில, பைபோன்ற அமைப்புகளாகத் திரிபுற்றுள்ளன (படம் 55). இப் பையின் வாயில் கதவு போன்ற மூடியொன்று உட்புறம் மட்டும் திறக்கக்கூடியதாக இருக்கிறது. மற்றும் பையின் வாயிலிருந்து உணர்ச்சி மயிர்கள் வளர்ந்துள்ளன. இந்த உணர்ச்சி மயிர்களை ஏதாவதொரு சிறுநீர்வாழ் பூச்சி

தொட்டால் உடனே பையின் மூடி திறந்து, பையினுள் தண்ணீர் வேகமாக உறிஞ்சப்படுகிறது. அத்துடன் பூச்சியும் உள்ளே இழுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பிறகு பையின்மூடி இறுக்கமாக மூடிக்கொள்ளுகிறது. ஆகவே, உள்ளே சென்ற பூச்சி தப்பிச்



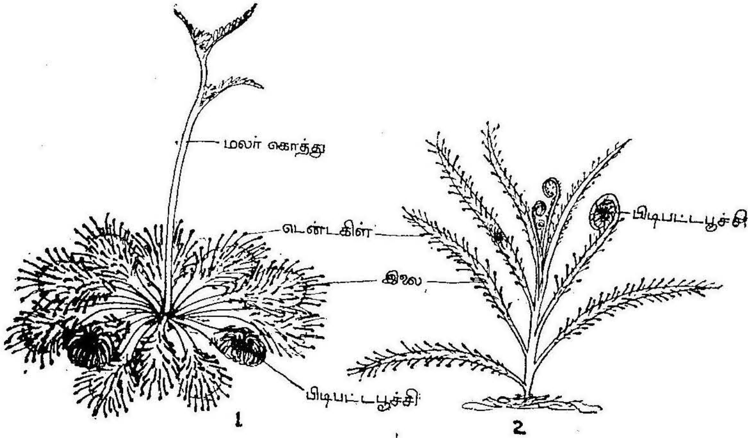

படம் 55.
யூட்ரிகுலேரியா (Utricularia)
1. முழுத்தாவரம், 2. பையின் பெரிதாக்கம்

செல்லமுடியாமல் இறந்துவிடுகிறது. பையினுட்புறமாகப் பல சுரப்பிகள் உள்ளன. இவற்றால் சுரக்கப்படும் ஜீரண நீர்களால் பூச்சியின் உடல் ஜீரணிக்கப்பட்டு உறிஞ்சிக் கொள்ளப்படுகிறது. பையினுள்ளிருக்கும் திரவம் முழுவது உறிஞ்சிக் கொள்ளப்பட்ட பிறகு, பையானது மற்றொரு பூச்சியைப் பிடிக்கக்கூடிய பொறி யாகச் செயல்படுகிறது. அதற்கு முன்பு, உணர்ச்சி மயிர்களைப் பூச்சிகள் தொட்டாலும், பையின் மூடி திறந்துகொள்ளுவதில்லை.

### ட்ரோஸிரா (Drosera)

இது ஒரு சிறு செடியாகும். சில இனங்களின் இலைகள் கரண்டியைப்போலவோ [படம் 56 (1)] அல்லது நீண்ட பட்டை வடிவமாகவோ [படம் 56 (2)] இருக்கின்றன. இலைகளின் மேற் பக்கத்தில் அநேக நீண்ட மயிர்கள் போன்ற வளர்ச்சிகள் உள்ளன. இவ் வளர்ச்சிகளின் நுனி உருண்டையாகவும், பிசு பிசுப்பாகவும் காணப்படுகின்றன. டென்டகில் (tentacles) கள் எனப்படும் இவ்வளர்ச்சிகளின் நுனிகள் சூரிய ஒளியில் பளபளப் பான பனித் துளிகளைப்போல் காணப்படுவதால், இத் தாவரங்கள் பனித்துளித் தாவரங்கள் என்றும் சொல்லப்படுகின்றன.

பளபளப்பான டென்டகில்களின் நுனியில் தேன் உள்ளதாக நினைத்துப் பூச்சிகள் அவற்றின்மேல் உட்கார்ந்தால், அவற்றின் பிசுபிசுப்பில் ஒட்டிக்கொள்ளுகின்றன. தப்பித்துப்போக பூச்சி முயலும்போது சுற்றியுள்ள டென்டகில்களெல்லாம் வளைந்து




படம் 56.

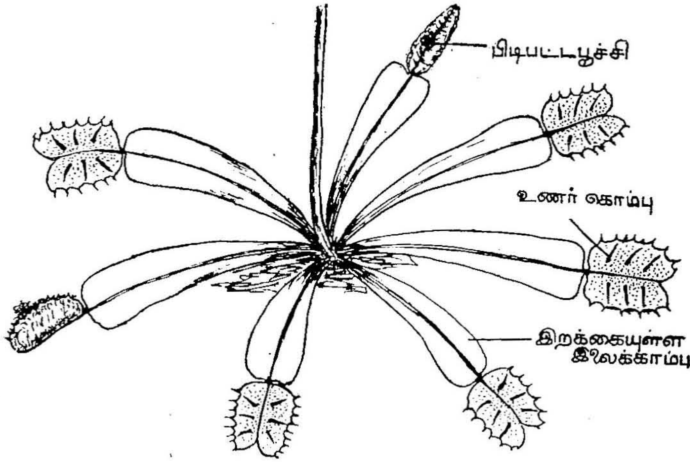
ட்ரோசீரா (Drosera)

1. கரண்டிபோன்ற இலையுள்ள இனம்; 2. நீண்ட பட்டையான இலையுடைய இனம்.

பூச்சியைப் பிடித்துக்கொள்ளுகின்றன. எனவே பூச்சி தப்பித்துப் போகமுடியாமல் இறந்துவிடுகிறது. பிறகு டென்டகில்களின் நுனியில் ஊறும் ஜீரண நீரான பெப்சின் ஹைட்ரோ குளோரிக் ஆசிடால் (pepsin hydrochloric acid) பூச்சியின் உடல் ஜீரணிக்கப் பட்டு, அதிலுள்ள நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருள்கள் தாவரத்தினுல் உறிஞ்சிக் கொள்ளப்படுகிறது. பூச்சி முழுதும் ஜீரணிக்கப்பட்ட பிறகு டென்டகில்கள் நிமிர்ந்து கொள்ளுகின்றன.

**டையோனியா** (Dionaea) **அல்லது வீனஸ் ஈப்பொறி** (Venus flytrap)

இது ஒரு சிறு செடியாகும். இதில் பல இலைகள் கொத்தாக அமைந்துள்ளன. இலையின் நுனிப்பாகம் தனிப்பட்ட அமைப்பை யுடையது. மைய நரம்பின் இரு பக்கமும் இரண்டு அகன்ற வளர்ச்சிகளுள்ளன (படம் 57). இவ் வளர்ச்சிகளின் மேற் பக்கம் மூன்று நீண்ட உணர் கொம்புகள் உள்ளன. பளபளப்பான இந்த நுனிப்பகுதியால் கவரப்பட்ட பூச்சி அதனருகில் வந்து ஏதாவ




படம் 57.

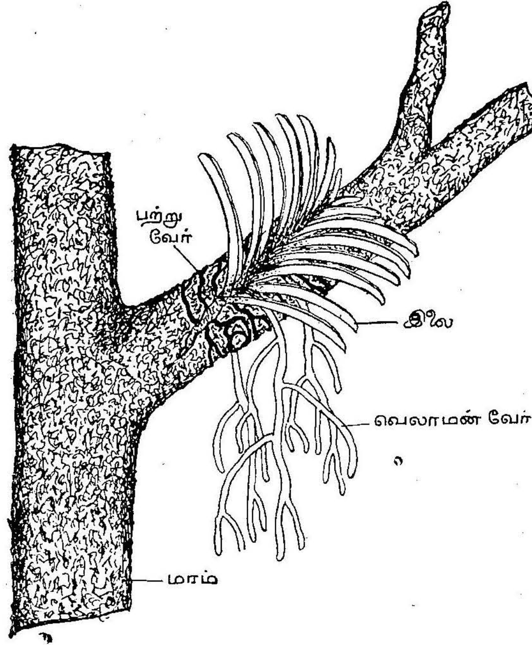
டையோனியா (Dionaea) தாவரம்

தொரு உணர் கொம்பின்மேல் மோதுமாயின் உடனே நடுநரம்பின் இரு பக்கமுள்ள இரு பகுதிகளும் வேகமாகத் திடீரென்று மேல் பக்கமாக மூடிப் பூச்சியைப் பிடித்துக் கொள்ளுகின்றன. ஆகவே, பூச்சி தப்பியோட முடியாமல் இறந்துவிடுகிறது. பிறகு இலையின் மேற் பக்கமுள்ள ஜீரண சுரப்பிகளால் சுரக்கப்படும் நீரால் பூச்சியின் உடல் ஜீரணிக்கப்பட்டு உறிஞ்சிக் கொள்ளப்படுகிறது. பூச்சி முழுதும் ஜீரணிக்கப்பட்ட பிறகு மீண்டும் இரு பகுதிகளும் திறந்து கொள்ளுகின்றன.

**தொற்றுத் தாவரங்கள்** (Fpiphytes)

தொற்றுத் தாவரங்களென்பவை மற்ற தாவரங்களின்மேல் தொற்றிக்கொண்டு. நிலத்தோடு நேரடியான தொடர்பு கொள்ளாதனவாகும். பூமத்திய ரேகைப் பகுதிகளில் காணப்படும் அடர்ந்த மழைக் காடுகளில் இவை அதிகமாக இருக்கின்றன. பெரிய மரங்களின் கிளைகளின் மேலும், பட்டைகளின் மேலும் இவை தொற்றி வாழுகின்றன (படம் 58). அவ்வாறு தொற்றிப் பிடித்துக் கொள்ளுவதற்கேற்ற தொற்று வேர்களை இவை பெற்றுள்ளன. தொற்று வேர்களைத் தவிர காற்றிலுள்ள ஈரத்தை உறிஞ்சிக் கொள்ளக்கூடிய தடித்த வேர்களையும் இவை உண்டாக்குகின்றன. இவ் வேர்களில் ஈரப்பசையை உறிஞ்சுவதற்கான வெலாமன் (velamen) எனப்படும் திசு உள்ளது. ஆகவே, இவை வெலாமன் வேர்கள் என்றும் சொல்லப்படுகின்றன.

இவ் வேர்கள் காற்றில் தொங்கி ஊசலாடிக் கொண்டிருக்கும். காற்றீரம், மழை, பனி முதலியவற்றின் ஈரத்தை மட்டுமே இத் தாவரங்கள் எடுத்துக்கொண்டு வாழ்கின்றன. இவை பச்சை இலைகளைப் பெற்றிருப்பதால் தமது உணவைத் தாமே தயாரித்துக் கொள்ளுகின்றன. தொற்றுத் தாவரங்கள் குறைவான நீரைப் பெறுவதனுல், இவை வரட்சித் தாவரங்களின் தகவமைவுகளைப் பெற்றுள்ளன. தடித்த இலைகள், தடித்த கியூட்டிகிள், உள் ளாழ்ந்த ஸ்டோமாக்கள் முதலியன முக்கியமான தகவமைவு களாகும்.




படம் 58.

வான்டா (Vanda) என்னும் தொற்றுத்தாவரம்

உயர் தாவரங்களான பெரணிகள், ஆர்கிடுகள் ஆகிய வற்றைத் தவிர மற்றும், பாசிகள், லைகன்கள் லிவர்வொர்டுகள் (liverworts), மரங்கள் முதலிய பல பிரிவுகளைச் சேர்ந்த தாவர இனங்கள் தொற்றுத் தாவரங்களாக வாழ்கின்றன.

தொடக்கத்தில் வேறு தாவரத்தின்மேல் தொற்றுத் தாவரமாக வாழ்ந்து பிறகு நிலத்தில் வேரூன்றித் தான் தொற்றியிருந்த

தாவரத்தைச் சுற்றி இறுக்கிக் கொன்றுவிடும் தாவரங்களும் உண்டு. ஆலமரம், இச்சி மரம் முதலியன இவ்வாறு செய்யக் கூடும். இவற்றின் பழங்கள் பறவைகளால் உண்ணப்படுகின்றன. ஆனால் விதைகள் ஜீரணமாகாமல், பறவைகளின் மலக் கழிவோடு சேர்ந்து மரக்கிளைகளின்மேல் விழுகின்றன. பிறகு விதைகள் மரப் பட்டைகளின் சந்துகளில் முளைத்து வளருகின்றன. தொடக்கத்தில் மரப்பட்டைகளின் சந்துகளிலுள்ள ஈரத்தையும், எருவையும் எடுத்துக்கொண்டு வாழுகின்றன. பிறகு அவற்றின் வேர்கள் நீண்டு கீழ்நோக்கி வளர்ந்து நிலத்தில் ஊன்றிக் கொள்ளுகின்றன. அதன் பிறகு நிலத்திலிருந்து நேரடியாக நீரையும் கனிமங்களையும் எடுத்துக்கொண்டு வேகமாக வளருகின்றன. தொற்றப்பட்ட தாவ ரத்தைச் சுற்றிலும், தொற்றிய தாவரத்தின் வேர்கள் பட்டையாக அகன்று சூழ்ந்து கொள்ளுகின்றன. நாளடைவில் தொற்றிய தாவரம் வளரவளர அதன் வேர்கள் தடிப்பதால், தொற்றப்பட்ட தாவரம் இறுக்கப்பட்டு இறந்துவிடுகிறது. தொற்றிய தாவரம் தனித்த மரமாகிறது.

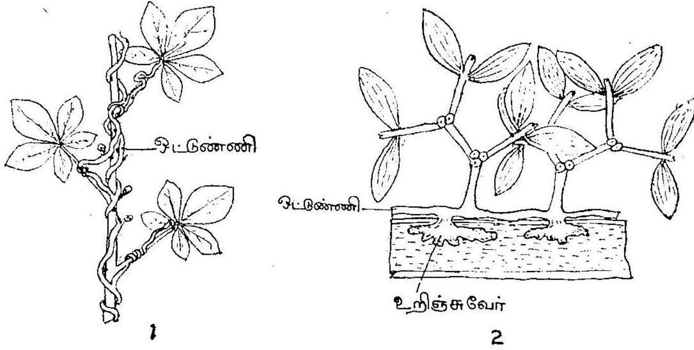
**மரக்கொடிகள் (Lianas)**

அடர்ந்த மழைக் காடுகளில் வளரும் உயர்ந்த மரங்களின் மேல் சுற்றி வளர்ந்திருக்கும் மரம்போன்ற தடித்த தண்டுகளை யுடைய கொடிகள் மரக்கொடிகள் எனப்படும். அடர்ந்த காடு களில், உயர்ந்த மரங்களின் இலைகள் சூரிய ஒளியைத் தடுத்து விடுவதால், காட்டினுள் வெளிச்சம் மிகக் குறைவாகவே வருகிறது. ஆகவே அதிக வெளிச்சம் வேண்டுமென்றால், மரங்களின் உச்சிக்கு மேல் சென்றால்தான் கிடைக்கும். மரக்கொடிகளென்பவை அவ்வாறு வளர்ந்து தமது இலைகளை மரங்களின் முடிகளுக்குமேல் பரப்புகின்றன. ஆனால், இவற்றின் தண்டுகள் நேராக நிமிர்ந்து நிற்க வலிமையற்றனவாகையால், மரங்களின் உச்சிகளிலிருந்து தொங்கிக்கொண்டிருக்கும். மற்றும், நிலத்தில் படிந்த பகுதி பல வாறாக வளைந்தும் சுருண்டும் காணப்படும். சிலவற்றின் மொத்த நீளம் சுமார் 100 மீட்டர்களுக்கும் அதிகமாகவும் இருக்கலாம். அப்பொசைனேசியே (apocynaceae), வைட்டேசியே (vitaceae) முதலிய குடும்பங்களைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் பல மரக்கொடி களுள்ளன.

**ஒட்டுண்ணிகள் (Parasites)**

பிற தாவரங்கள் அல்லது விலங்குகளின் உடலிலிருந்து உணவை உறிஞ்சி வாழும் உயிர்கள் ஒட்டுண்ணிகளெப்படும். கஸ்குட்டா, விஸ்கம், முதலியன ஒட்டுண்ணிகள் உயர் தாவரங்

களாகும். இவை தாம் ஒட்டி வாழும் தாவரங்களிலிருந்து உணவை உறிஞ்சிக் கொள்ளப் பிரத்தியேகமான ஒட்டு வேர்களை (haustoria) உண்டாக்குகின்றன. இவ் வேர்கள் ஒட்டப்பட்ட தாவரத்தின் தண்டைத் துளைத்துக்கொண்டு உள்ளே வளர்ந்து அங்கிருந்து உணவுப்பொருள்களை உறிஞ்சிக் கொள்ளுகின்றன. ஒட்டுண்ணிகளிற் சிலவற்றிற்குப் பச்சை இலைகள் உண்டு.



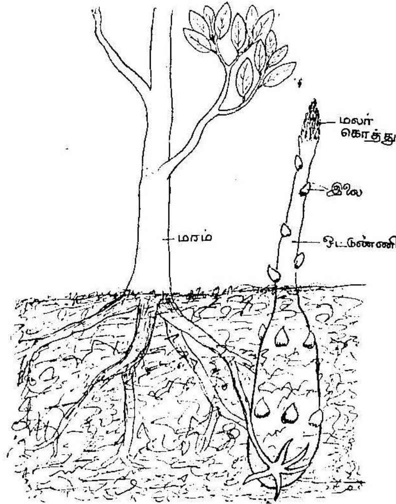

படம் 59.

ஒட்டுண்ணித் தாவரங்கள்

1. கஸ்குட்டா (Cuscutta); 2. விஸ்கம் (Viscum) தாவர உறிஞ்சுவேர்களின் வெட்டுத் தோற்றம்.

ஆகவே, இவை பிற தாவரங்களிலிருந்து நீரையும், கனிமங்களையும் மட்டும் உறிஞ்சிக்கொண்டு தமது உணவைத் தாமே தயாரித்துக் கொள்ளுகின்றன. இவை பாதி ஒட்டுண்ணிகள் (partial parasites) எனப்படும். மற்ற சில ஒட்டுண்ணிகளுக்கு இலைகளே கிடையாது. ஆகவே, இவை தமக்குத் தேவையான உணவுப் பொருள்களனைத்தையும் தாம் ஒட்டிய பிற தாவரங்களிலிருந்தே உறிஞ்சிக்கொள்ள வேண்டும். இவை முழு ஒட்டுண்ணிகள் (total parasites) எனப்படும். பாதி ஒட்டுண்ணி, முழு ஒட்டுண்ணி ஆகிய இரண்டுமே வேறு தாவரத்தின் தண்டையோ. வேரையோ ஒட்டி வாழலாம். வேரை ஒட்டியவைகள் வேரொட்டுண்ணிகள் (root parasites) என்றும், தண்டை ஒட்டிய ஒட்டுண்ணிகள் தண்டொட்டுண்ணிகள் (stem perasites) என்றும் சொல்லப்படுகின்றன. கஸ்குட்டா (cuscutta) என்பது முழுத் தண்டொட்டுண்ணியாகும் [படம் 59 (1)]. லொராந்தஸ் (loranthus), விஸ்கம் (viscum) [படம் 59 (2)] முதலியன பாதி தண்டொட்டுண்ணிகளாகும். ஒரபாங்கெ (orabanche) என்பது (படம் 60) முழு வேரொட்டுண்ணியும், சந்தனம் (santalum) பாதி வேரொட்டுண்ணியுமாகும்.

மேற்சொன்ன உயர் தாவர ஒட்டுண்ணிகளைத் தவிர, அநேக பூஞ்சணங்களும், பாக்டீரியங்களும் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழுகின்றன. பூஞ்சணங்களின் மைசீலிய இழைகள் ஸ்டோமா வழியாகவோ அல்லது செல் சுவரைத் துளைத்துக் கொண்டோ தாவரங்களினுள் வளர்ந்து கிளைத்துப் பரவுகின்றன.




படம் 60.

ஓரபாங்கெ (Orbanche) என்னும் வேர் ஒட்டுண்ணி

### லைகன்கள் (Lichens)

பாசி, பூஞ்சண நிரந்தரக் கூட்டுறவாலேற்படும் தாவர லைகன்கள் எனப்படும். இவற்றின் உடலில் பெரும்பகுதி பூஞ்சணத்தாலானது. பாசியானது உடலின் உட்புறமாக அமைந்துள்ளது. பூஞ்சணத்தால் பாசி பாதுகாக்கப்படுகிறது. பாசியினல் பூஞ்சணத்துக்கான உணவு தயாரிக்கப்படுகிறது. மற்றும் பூஞ்சணமே தண்ணீரையும், கனிமங்களையும் உறிஞ்சிப் பாசிக்கு அளிக்கிறது. லைகன்கள் உலகெங்கும் வியாபித்துள்ளன. மற்ற எத் தாவரமும் வாழமுடியாத கற்பாறைகளின் மேலும் லைகன்கள் வளரக் கூடியனவாகும். மரப்பட்டைகளின் மேலும் லைகன்கள் வெகுவாகக் காணப்படுகின்றன.

### மைகோரைசா (Mycorrhiza)

பைனஸ் (pinus) பல விதைத் தாவரங்களின் வேர் நுனிகளைச் சார்ந்து பூஞ்சண ஹைபாக்கள் காணப்படுகின்றன. இந்த

ஹைபாக்கள் வேர்த் தூவிகளைப்போல் செயல்பட்டுத் தாவரத்துக்குத் தேவையான நீரையும் கனிமங்களையும் உறிஞ்சித் தருகின்றன. பதிலாகப் பூஞ்சணம் தனக்குத் தேவையான உணவுப் பொருள்களைத் தாவரத்திலிருந்து பெறுகிறது. எனவே இது கூட்டுயிர் வாழ்க்கையைக் குறிக்கும் நல்ல எடுத்துக்காட்டாகும்.

**மனிதனும் தாவரங்களும்**

தாவரங்களைப் பாதிக்கும் உயிரியலமிசங்களில் மனிதன் ஒரு முக்கியமான அமிசமாகும். ஆதிகாலத்திலிருந்தே மனித நடவடிக்கைகளினால் தாவரங்களின் இயற்கைச் சூழ்நிலைகள் வெகுவாக மாற்றியமைக்கப்பட்டுள்ளன. பெருமளவுக்கு விவசாய நாடான இந்தியாவில் இயற்கைத் தாவர வளர்ச்சிகள் தடுக்கப்பட்டு, பயிர்ச் சாகுபடிக்காகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. சில மலையுச்சிகளிலும், சரிவுகளிலும் மட்டுமே இயற்கைத் தாவர வளர்ச்சிகள் உள்ளன. மற்ற இடங்களிலெல்லாம் மனித எத்தனத்தால் மாற்றியமைக்கப்பட்ட தாவர வளர்ச்சிகளே காணப்படுகின்றன.

விவசாயம், குடியிருப்பு, தொழிற்சாலைகள், பூங்காக்கள் முதலியனவற்றிற்காகத் தாவரங்கள் அழிக்கப்பட்ட இடங்களைத் தவிர மற்ற இடங்களில் இயற்கையாக வளரும் காடுகளிலும், மனிதனின் பாதிப்பு ஏற்படுகிறது. விறகுக்காகவும், கட்டடங்களுக்கான மரங்களுக்காகவும், காகிதம் தயாரிப்பதற்காகவும், ஏராளமான மரங்கள் வெட்டப்படுகின்றன. கட்டுப்பாடற்ற முறையில் மரங்களை வெட்டுவதனால் ஏற்படும் ஒரு முக்கிய விளைவு, மண் அரிப்பாகும். இதனால் தாவர வளர்ச்சி வெகுவாகப் பாதிக்கப்பட்டு, அடர்ந்த காடாக இருந்த இடம் வறண்ட பாலையாகச் சில ஆண்டுகளில் மாறக்கூடும். மீண்டும் அவ் விடங்களில் தாவரங்களை வளரச்செய்ய வெகு பிரயாசையும், முயற்சியும் செய்தாலும், பழையபடி காடு வளர நூற்றுக்கணக்கான ஆண்டுகள் பிடிக்கும்.

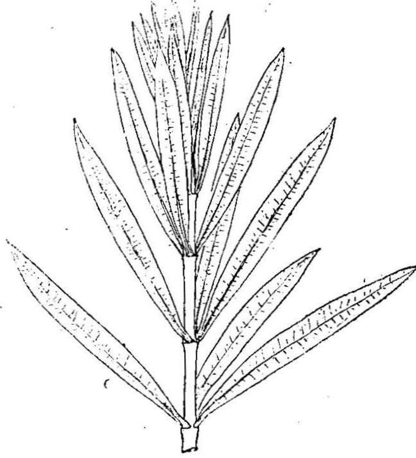
காடுகளில் ஏற்படும் பெருந்தீக்களுக்கும் மனிதன் காரணமாகிறான். காடுகளை அழிப்பதற்காகச் செயற்கையாகத் தீமூட்டி விடப்படுகிறது. இதனால் இயறகைத் தாவர வளர்ச்சி வெகுவாக பாதிக்கப்பட்டு மாற்றியமைக்கப்படுகிறது.

**வரட்சித் தாவரங்கள்**

வரட்சித் தாவரங்களின் தகவமைவுகளைப் பெற்ற அரளி (nerium), சப்பாத்திக்கள்ளி (opuntia) ஆகிய இரண்டு தாவரங்கள் எப்படிப்பட்ட அமைப்புகளைக் கொண்டுள்ளன என்று பார்ப்போம்.

அரளி : இத் தாவரம் பொதுவாக வரட்சி மிகுந்த இடங்களில் மட்டும் வளருவதில்லை வளமைத் தாவரங்கள் வளரும் இடங்களில் வெகுவாகக் காணப்படுகிறது. மற்றும், அதன் மலர்களுக்காக மனிதனுல் பூந்தோட்டங்களில் வைத்தும் வளர்க்கப் படுகிறது. ஆயினும், அதன் இலையினுடைய அமைப்பைப் பார்க்கும்பொழுது அதில் பல வரட்சியைச் சமாளிக்கக்கூடிய பல தகவமைவுகளிருக்கின்றன.

வெளித் தோற்றத்தில் இலைகள் நீண்ட வாள்போன்ற உருவதையும், தடித்த தோல்போன்று கெட்டியான தன்மையையும் கொண்டுள்ளன (படம் 61). இலைக்காம்பு மிகக் குறுகி இருக்



படம் 61.
அரளியின் கிளைப்பகுதி

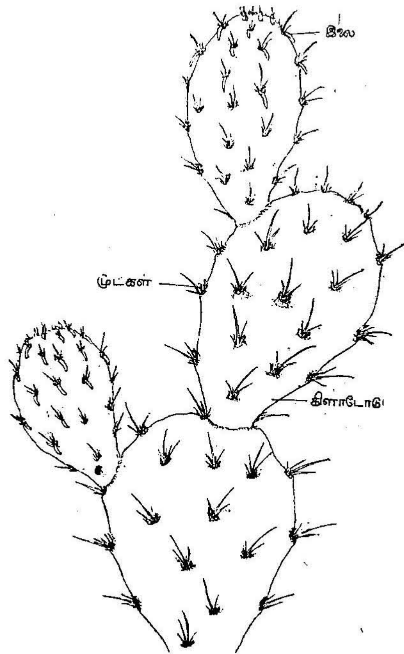
கிறது இலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தினுல், (படம் 13) மிகத் தடித்த கியூட்டிகிளும், பல அடுக்குகளாயமைந்த புறத் தோலும் மேற் பக்கம் கீழ்ப் பக்கம் ஆகிய இரண்டு பக்கங்களிலும் காணப்படுகின்றன. மேல் பக்கத்தில் ஸ்டோமாக்களே கிடையாது. கீழ்ப் பக்கத்தில் காணப்படும் ஸ்டோமாக்களெல்லாம் உள்ளாழ்ந்த குழிகளில் மட்டுமே அமைந்தனவாகும். இக் குழிகளில் மட்டும், புறத்தோலானது ஒரே ஓர் அடுக்கு செல்களாலமைந்துள்ளது. அதில் ஆங்காங்கே ஸ்டோமாக்கள் அமைந்துள்ளன. உள்ளாழ்ந்த குழிகளின் வாய் மிக்க குறுகியதாய், உட்புறம் மட்டும் விரிவாய் இருக்கிறது. மற்றும் ஸ்டோமாக்களின் காப்பு

செல்களைத் தவிர குழியினுடைய மற்ற புறத்தோல் செல்களில் பலவற்றிலிருந்து நீண்ட மயிர்கள் வளர்ந்து குழி முழுதும் நிரம்பியுள்ளன. குழிகளின் இத்தகைய அமைப்பினுல், வெளிக்காற்று எளிதில் குழிக்குள்ளும், குழிக்காற்று எளிதில் வெளியிலும் செல்ல முடியாது. இதனுல் ஸ்டோமாக்களின் வழியாக நீராவிப்போக்கினுல் வெளியேறும் நீராவியானது எப்போதும் குழியினுள் நிரம்பி, ஸ்டோமாக்களிலிருந்து வேகமாக நீராவி வெளியேறுவதைத் தடைசெய்கிறது. மற்றும் இலையினுள் புறத்தோலையடுத்து மேல், கீழ் ஆகிய இரண்டு பக்கங்களிலும், நெருங்கியமைந்த நீண்ட செல்களாலான பாலிசேட் திசு அமைந்துள்ளது இதனுல் இவ்விலை இருபக்க சமச்சீர் இலை என்றும் சொல்லப்படுகிறது.

மேற்கூறிய தகவமைவுகளைத் தவிர, வெப்பம் அதிகரிக்கும் நடுப்பகல் நேரங்களில் இலைகளெல்லாம் செங்குத்தாக நின்று சூரிய ஒளி அதிகம் படாதவாறு செய்துகொள்ளும் தகவமைவையும் இத் தாவரம் பெற்றுள்ளது.

**சப்பாத்திக்கள்ளி :** இத் தாவரம் மிகுந்த வரட்சியான இடங்களிலும் வெகு காலம் காய்ந்துபோகாமல் வாழக்கூடியதாகும். அதற்கேற்ப இது ஏறக்குறைய எல்லா வரட்சித் தகவமைவுகளையும் பெற்றிருக்கிறது. இவ்வாறு மிகுவரட்சியான இடங்களிலும் காய்ந்துபோகாமல் வளரக்கூடிய இது வளமையான இடங்களில் மிகச் செழிப்பாக அடர்ந்த புதர்களாக வளர்ந்து, மற்ற எந்தத் தாவரமும் வளர முடியாதபடி செய்யக்கூடியதாகும். இந் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில், தமிழ்நாட்டில் இத் தாவரம் எங்கு பார்த்தாலும் அடர்ந்த புதர்களாக வளர்ந்து பயிர்ச் சாகுபடி நிலங்களையும் ஆக்கிரமிக்குமளவு தொல்லை கொடுத்தது. புதர்களை வெட்டி அழிப்பதற்காகச் செய்யப்பட்ட முயற்சிகள் வெற்றி பெறவில்லை. தீயிட்டுக் கொளுத்தினுலும் இவை மாய்வதில்லை. எனவே கடைசியாக இத் தாவரத்தைத் தாக்கி அழிக்கும் பூச்சி இனம் (Cochineal insect) ஒன்றை வெளிநாட்டிலிருந்து இங்குக் கொண்டுவந்து விடப்பட்டது. மனிதனின் தாக்குதலைச் சமாளித்து நின்ற இத் தாவரம், இப் பூச்சியின் தாக்குதலை எதிர்க்க முடியவில்லை. சில ஆண்டுகளில் அடர்ந்த புதர்கள் யாவும் அழிந்து போயின. ஆயினும், ஆங்காங்கே ஒருசில தாவரங்கள் தப்பித்து வாழ்ந்து இன்னமும் பல இடங்களில் காணப்படுகின்றன. ஆனுல், கூடவே பூச்சிகளும் இருப்பதால், இத் தாவரத்தின் வளர்ச்சி கட்டுப்பாட்டினுள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. பூச்சிகளாலும் இத் தாவரத்தை முழுதும் அழித்துவிட முடியவில்லை.

இத் தாவரத்தின் தண்டு முழுதும் இலையற்ற கிளாடோடாகத் திரிபுற்றதாகும் (படம் 62). ஏறக்குறைய நாகப்பாம்பின் படத்தைப்போன்ற உருவமுள்ள தட்டையான கிளாடோடுகள் ஒன்றோடொன்று பொருந்திய உருவத்தைக் கொண்டிருப்பதால் இதை நாகதாளி என்றும் தமிழ்நாட்டின் பல இடங்களில் சொல்லப்படுகிறது. தடித்த, தட்டையான தண்டுப் பகுதியான கிளாடோடு பச்சை நிறமாக உள்ளது. மேற் பரப்பு முழுவதிலும் ஒழுங்கான இடைவெளிவிட்டு முட்தொகுதிகள் காணப்படுகின்றன. இளம் கிளாடோடுகளில் இம் முட்தொகுதி வொவ்வொன்றினடியிலும்,




படம் 62.

சப்பாத்திக்கள்ளி

ஒரு சிறிய இலை காணப்படும். ஆனால், கிளாடோடு முதிர முதிர இந்த இலைகள் விழுந்துவிடுகின்றன. எனவே, முட்தொகுதி ஒவ்வொன்றும் இலையின் கோணமொக்கிலிருந்து வளரும் கிளையின் திரிபாகும். கோணமொக்கும், மொக்கின் இலைகளும், இலைகளின் ஸ்டிப்யூல்களும் திரிபுற்று முட்தொகுதியாவதாகக் கருதப்படுகிறது. இவ்வாறு இலைகள் வீழ்ந்து இலைகளின் கோண

மொக்குகள் முட்களாகத் திரிபுறுவதால் நீராவிப் போக்கு நிகழும் பரப்பு வெகுவாகக் குறைக்கப்படுகிறது. மற்றும் தாவரத்தை விலங்குகள் அழித்துவிடாதபடி பாதுகாப்பாகவும் முட்கள் செயல் படுகின்றன.

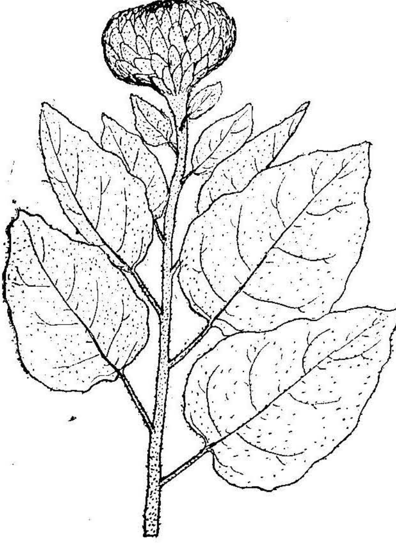
தடித்துத் தட்டையாக இருக்கும் கிளாடோடுகளின் புறத் தோலின்மேல் மிகத் தடித்த கியூட்டிகிள் காணப்படுகிறது. உட் புறத்தில் பாரங்கைமா திசுவில் தண்ணீர் அதிகமாகச் சேகரித்து வைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. தண்ணீர் கிடைக்காத வரட்சிக் காலங்களில் இந்தத் தண்ணீரை உபயோகித்துக் கொள்ளுகிறது.

இதன் வேரிலம். மண்ணுக்குள் ஆழமாக வளருவதில்லை. மாருக மண்ணின் மேற்பரப்புக்குச் சற்று கீழாகப் படர்ந்து வளரு கிறது. ஆகவே, மண்ணின் மேற்பரப்பில் பனி, சொற்ப மழை ஆகியவற்ருல் சற்று ஈரம் ஏற்பட்டாலும் உடனே பரந்து வளர்ந் துள்ள வேர்களினுல் அதை உறிஞ்சி, கிளாடோடுகளான தண்டின் உட்பாகத்தில் சேர்த்து வைத்துக் கொள்ளுகிறது. மற்றும் இதன் கிளாடோடுகளை வெட்டி எறிந்துவிட்டாலும் வெகு நாள்களுக்குக் காய்ந்து இறந்துபோகாமல் தன்னிடத்தேயுள்ள தண்ணீரினுதவியால் வேர்விட்டு வளர்ந்து வேருெரு தாவர மாகுந் தன்மையைப் பெற்றுள்ளது.

**வளமைத் தாவரங்கள்**

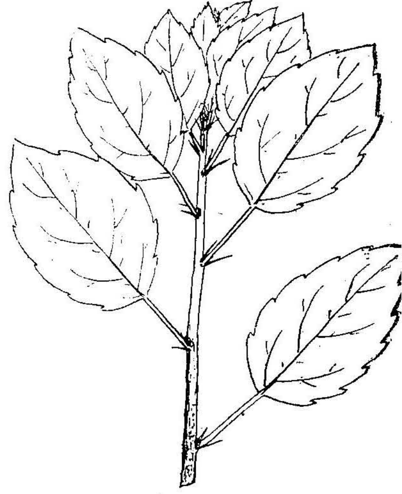
மிக வறண்ட இடங்களிலும். அதிக நீருள்ள இடங்களிலும் இயற்கையாக வளராத தாவரங்கள் வளமைத் தாவரங்கள் என்று சொல்லப்படுகின்றன. சூரியகாந்தி (helianthus) (படம் 63), செம் பருத்தை (hibiscus) (படம் 64) முதலியன வளமைத் தாவரங் களுக்கு உதாரணமாகும். இவற்றில் சூரியகாந்தி ஒரு செடித் தாவரமாகும் (herb). செம்பருத்தை புதர்த் தாவரமாகும் (shrub). சூரியகாந்தியின் தண்டைவிட செம்பருத்தைத் தண்டு கெட்டியாக இருக்கிறது. இதற்குக் காரணம், செம்பருத்தையில் குறுக்கு வளர்ச்சி ஏற்பட்டு கெட்டியான மறு சைலத்திசு உண்டாவதே யாகும். செம்பருத்தையில். இலை, தண்டு ஆகிய பாகங்களில் மயிர் வளர்ச்சிகள் இல்லை. சூரியகாந்தியின் தண்டு, இலை, இலைக்காம்பு ஆகிய எல்லா பாகங்களிலும் பல செல்களாலான மயிர் வளர்ச் சிகள் காணப்படுகின்றன. அதனுல் இப் பாகங்களின் மேற்பரப்பு முழுவதும் சொரசொரப்பாக இருக்கிறது. சூரியகாந்தியானது சில மாதங்களில் வளர்ந்து பூத்துக் காய்ந்துவிடும் ஒரு பருவத் தாவரமாகும். தண்டானது கிளைக்காமல் வளர்ந்து நுனியில் ஒரு பெரிய மலர்க் கொத்தை உண்டாக்குகிறது. மலர்க் கொத்தின்

மலர்கள் கருவுற்று விதைகள் முதிர்ந்த பிறகு தாவரம் இறந்து விடுகிறது. செம்பருத்தையானது பல ஆண்டுகள் வளர்ந்து தொடர்ச்சியாகப் பூக்களை உண்டாக்கும் பல பருவத் தாவரமாகும். தண்டு அதிகமாகக் கிளைத்து வளருவதால், தாவரம் புதர்போன்ற உருவத்தைப் பெறுகிறது.



படம் 63.

சூரியகாந்தி ; மலர் கொக்குடைய நுனிப்பகுதி



படம் 64.

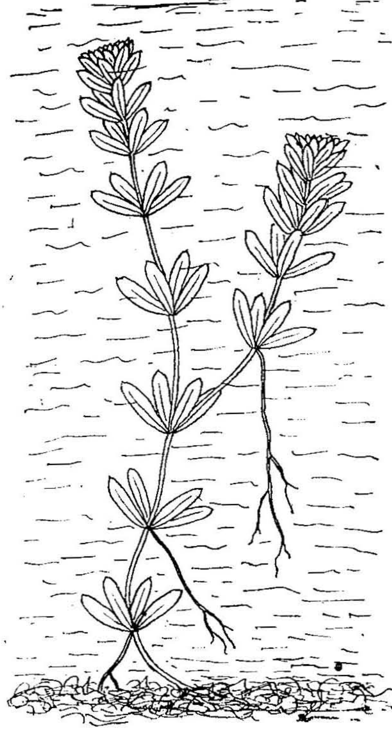
செம்பருத்தை (Hibiscus) யின் கிளைப்பகுதி

இவ்விரண்டு தாவரங்களின் இலைகளின் உள்ளமைப்பில், ஒரே அடுக்காயமைந்த புறத்தோலும், மேல் புறத்தோலைச் சார்ந்து உட்புறம் பாலிசேட் திசுவும், அதற்குக் கீழாகக் கீழ்புறத் தோல் வரை பெரிய செல்லிடைவெளிகளையுடைய பஞ்சுத் திசுவும் காணப்படுகிறது. புறத்தோலடுக்கின் வெளிச் சுவரில் மெல்லிய கியூட்டிகிள் தடிப்பும், கீழ்புறத் தோலில் ஸ்டோமாக்களும் அமைந்துள்ளன (படம் 11).

**நீர்த் தாவரங்கள்**

எலோடியா (elodea), தாமரை (nelumbium) ஆகிய இரு தாவரங்களும் நீர்த் தாவரங்களுக்கு உதாரணமாகும். எலோடியா ஒருமூழ்கிய நீர்த்தாவரம். தாமரை ஒரு மிதக்கும் நீர்த்தாவரம்.

நீர்த்தாவரங்களின் தகவமைவுகள் பலவும் இவ்விரண்டு தாவரங்களிலும் அமைந்துள்ளன.



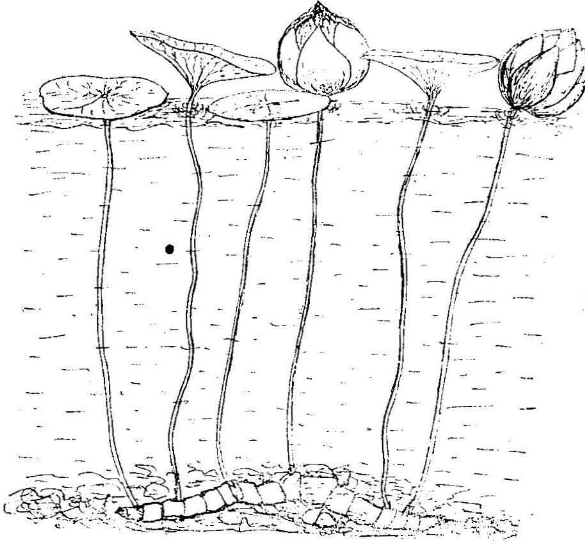
படம் 65.

எலோடியா (Elodea); (நீர்த்தாவரம்)

எலோடியாவின் தண்டு மிகமெலிந்து நீண்டுள்ளது (படம் 65). கணுக்களிலிருந்து தோன்றும் வேர்களால் இது மண்ணில் வேறூன்றக் கூடியதென்றாலும், வேறூன்றாமலே தண்ணீரின் மேல் பரப்பில் மூழ்கி மிதந்து வாழும் தன்மையையும் கொண்டது. தண்டின் கணு ஒவ்வொன்றிலும் நான்கு அல்லது நான்குக்கு மேற்பட்ட சிறிய, நீள்வடிவ இலைகள் பொருந்தியுள்ளன. இலைகளுக்கு இலைக்காம்பு கிடையாது. தண்டில் வலுத் திசுக்கள் கிடையாது. நீர் செலுத்தித் திசுக்களும் மிகக் குறைவாகவே உள்ளன. இலைகளில் ஸ்டோமாக்கள் காணப்பட்டாலும், அவை செயலற்றவைகளாக உள்ளன. பொதுவாகத் தாவரத்தின்

பரப்பு முழுதுமே தண்ணீரை உறிஞ்சிக் கொள்ளக்கூடியது. செல்லிடைவெளிகள் பெரியதாக இருப்பதால் அவற்றில் காற்றும், ஆக்சிஜனும் நிரம்பி, தாவரத்தின் ஒளிச்சேர்கைக்கும், உயிர்ப்புக்கும் வேண்டிய வாயுக்கள் அளிக்கப்படுகின்றன. இத் தாவரத்தின் இலைகளின் செல்கள் சைட்டோபிளாச சுழற்சியை நன்கு காட்டுகின்றன. முழு இலையை அப்படியே மைக்கிராஸ் கோப்பின் மூலம் பார்த்தால், செல்களிலுள்ள பசுணிகள், சைட்டொபிளாச சுழற்சியால் ஒரே திசையில் இடைவிடாது நகர்ந்து கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். முதிர்ந்த இலைகளைவிட இளம் இலைகளிலும், ஒரே இலையில் மற்ற பாகங்களைவிட இலை நடு நரம்பு, விளிம்பு ஆகிய பகுதிகளிலும் சைட்டொபிளாச சுழற்சி வேகமாக நடைபெறுவதையும் காணலாம்.

தாமரையானது வேறூன்றிய மிதக்கும் நீர்த்தாவரமாகும். இதனுடைய தண்டு ரைசோம் எனப்படும் நிலனடித் தண்டாகும். நீரினடிப்பரப்பிலுள்ள மண்ணுக்குள் இது வெகுவாகக் கிளைத்து,



படம் 66.

தாமரை (Nelumbium); (நீர்த்தாவரம்)

கிடைமட்டமாக வளருகிறது (படம் 66). தண்டில், வலுத் திசுக்களும், நீர் செலுத்துத் திசுக்களும் மிகக் குறைவாக உள்ளன. காற்றறைகள் மிகப் பெரியவை. தண்டின் குறுக்கு வெட்டுத்

தோற்றம் வண்டிச் சக்கரத்தைப் போன்று காணப்படுகிறது. தண்டின் கணுக்களிலிருந்து நீண்ட காம்புகளை உடைய இலைகள் நீர்ப்பரப்புக்கு மேல் நீட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. இலைக்காம்புகள் நீர்ப்பரப்பின் உயரத்துக்குத் தக்கவாறு நீண்டு வளரவோ, நெளிந்து குறுகவோ கூடியனவாகும். மெலிந்த இலைக்காம்பு களிலும், மிகப் பெரிய காற்றறைகள் காணப்படுகின்றன. இலைப் பரப்பானது தண்ணீருக்குமேல் நீட்டிக்கொண்டிருக்கிறது. சில இலைகளின் அடிப்பாகங்கூடத் தண்ணீரைத் தொடுவதில்லை. எனவே, இதை ஓரளவுக்கு மேலெட்டிய நீர்த்தாவரமென்றும் சொல்லலாம். இலையின் மேற்பரப்பில் தண்ணீர் ஒட்டாதவாறு புறத்தோலடுக்குச் செல்களின் வெளிச் சுவரின்மேல் மெழுகுப் பூச்சு காணப்படுகிறது. இலைப் பரப்பின் மையத்தில் இலைக்காம்பு பொருந்தியிருப்பதால் தாமரை இலை வட்ட இலை எனப்படும்.

## தென் இந்தியாவின் முக்கிய தாவரப் பொழில்களும் அவற்றின் விரவும்

(Chief vegetation types and their distribution in South India)

இந்தியாவின் தாவரப் பொழில்களை முதன் முதலில் 1930ஆம் ஆண்டு சேம்பியன் (A. G. Champion) என்பவர் வகைப்படுத் தினார். அவருடைய கருத்துப்படி இந்தியாவில் பதின்மூன்று வகை யான தாவரப் பொழில்களுள்ளன. அவையாவன :

(1) பூமத்திய மாருப் பசுமை மழைப் பொழில் (Tropical wet evergreen rain forest)

(2) பூமத்திய ஈரப் பசும்பொழில் (Tropical moist semi ever-green forest)

(3) பூமத்திய ஈர இலையுதிர் பொழில் (Tropical moist deci-duous forest)

(4) பூமத்திய வறண்ட பசும்பொழில் (Tropical dry evergreen forest)

(5) பூமத்திய வறண்ட இலையுதிர் பொழில் (Tropical dry deciduous forest)

(6) பூமத்திய முட்பொழில் (Tropical thorn forest)

(7) பூமத்திசார் வறண்ட பசும்பொழில் (Subtropical dry ever-green)

(8) கடலோரப் பொழில் (Tidal forest)

(9) ஈரமலைப்பொழில் (Wet hill forest)

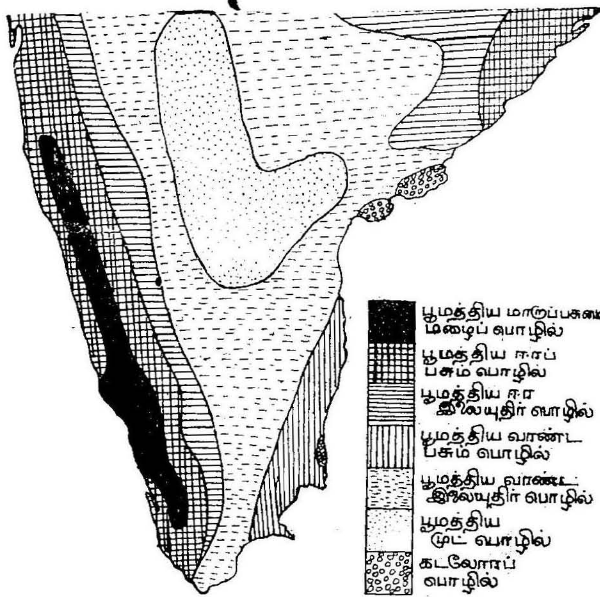
(10) பூமத்திசார் ஊசி இலைப்பொழில் (Subtropical pine forest)

(11) குளிர் ஈரப்பொழில் (Wet temperate forest)

(12) வறண்ட குளிர் இமயப்பொழில் (Himalayan dry temperate forest)

(13) உயர் மலையுச்சிப் பொழில் (Alpine forest)

தாவரப்பொழில் என்பது ஒரு பிரதேசத்தின் மழை அளவு, சூழ்நிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்து, அங்கு நிலையாக வளரக் கூடிய தாவரங்களின் கூட்டேயாகும். இத் தாவரப் பொழில்




படம் 67.
தென்னிந்தியாவில் தாவரப் பொழில்களின் விரவு

ஏதாவதொரு காரணத்தால் அழிக்கப்பட்டாலும், மீண்டும் பலவித மாற்றங்களுக்குப் பிறகு அதே தாவரப் பொழில்தான் அப் பிரதேசத்தில் தோன்றி நிலையாக வளரும். ஆகவே இப்படிப்பட்ட

தாவரப் பொழில் உச்ச தாவரப்பொழில் (climax vegetation) எனப்படும். மேற் கூறப்பட்ட தாவரப் பொழில்களெல்லாம் அவ்வப் பிரதேசத்தின் உச்ச தாவரப்பொழில் என்பதே சேம்பியன் என்பவரின் கருத்தாகும். ஆனால் பூரி (G. S. Puri) என்பவர் பூமத்திய வறண்ட பசும்பொழில், பூமத்திய வறண்ட இலையுதிர் பொழில், பூமத்திய முட்பொழில் ஆகிய மூன்றும் பூமத்திய ஈர இலையுதிர் பொழிலாகிய உச்ச தாவரப் பொழிலின் முன்னோடியானவையென்றும், ஆகவே அவை மூன்றும் உச்ச தாவரப் பொழில்களாகா என்றும் கருதுகிறார்.

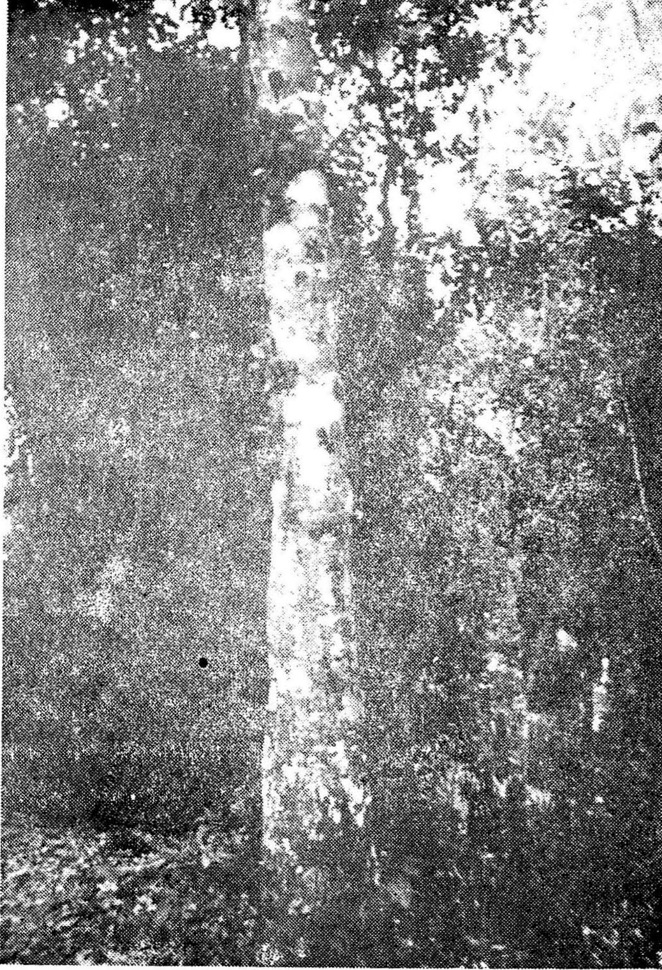
மேலே சொல்லப்பட்ட பதின்மூன்று வகைப் பொழில்களில் ஏழு வகைகள் தென்னிந்தியாவில் காணப்படுகின்றன. அவற்றின் தன்மையும் அவை விரவியுள்ள பகுதிகளும் கீழே விவரிக்கப் பட்டுள்ளன (படம் 67).



படம் 68.
பூமத்திய மாறாப்பசுமை மழைப்பொழிலின் அடுக்கமைப்பு

**1. பூமத்திய மாறாப் பசுமை மழைப் பொழில்:** மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையின் மேற்குச் சரிவுப் பகுதியில் இப் பொழில் காணப்படுகிறது. இவ்வகைப் பொழில்தான் உலகத்தில் காணப்

படும் தாவரப் பொழில்களனைத்திலும் மிக்க வளமையும் அடர்த்தியும் கொண்டதாகும். ஓர் ஆண்டில் 300 செ. மீ.-க்கும் அதிகமான மழை தொடர்ந்து பெய்யும், பூமத்திய ரேகையைச் சார்ந்த



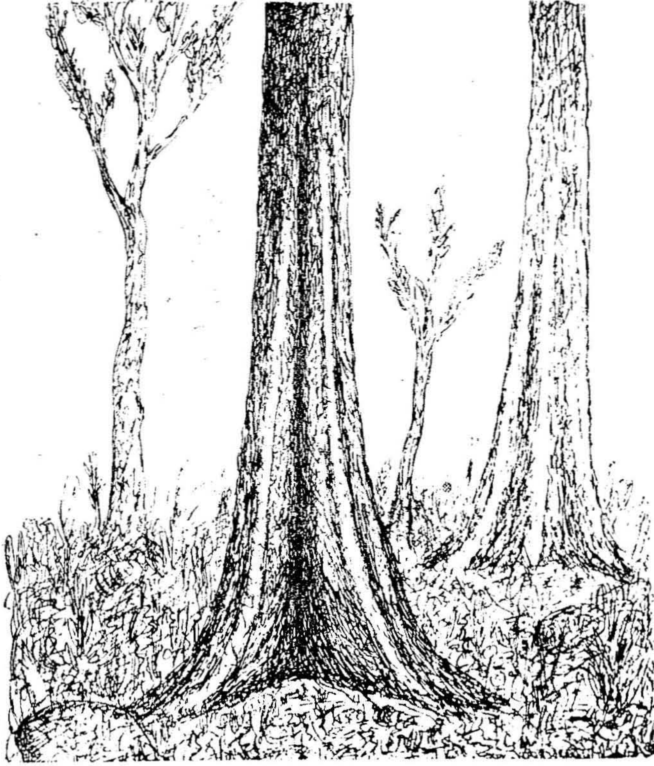
படம் 69.

மழைப்பொழிலின் இருண்ட உட்பகுதியும், மரப்பட்டையின்மேல் லைகன் முதலிய தொற்றுத் தாவரங்கள் வளருவதும்.

பகுதிகளில் மட்டுமே இவ்வகைப் பொழில் உண்டாகமுடியும். இவை வளரும் பகுதிகளின் மண்ணனது பெரும்பாலும் கறுநிறமாகவும், காற்றேட்டமுள்ளதாகவும், இலைமட்கு மிகுந்ததாகவும்

இருக்கும். மற்றும் ஆண்டு முழுதும் பகல் இரவு நேரங்கள் ஏறக் குறைய சம அளவினதாக அதிக வேறுபாடின்றி இருக்கிறது. அதிக மழையும், மிகுந்த வெப்பமும் இருப்பதால் பொழிலின் காற்றில் எப்பொழுதும் ஈரப்பசை நிறைந்திருக்கிறது.

மாருப்பசுமை மழைப் பொழிலில் மற்ற எப்பொழிலையும்விட அதிகமான இனத் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. சுமார் 400 வெவ்வேறு இனங்கள்கூட காணப்படலாம். இப் பொழிலின் ஒரு முக்கிய பண்பு யாதெனில், அதிலுள்ள தாவரங்களின் இலைத்



படம் 70.

மழைப்பொழிலின் உயரமான மரங்களின் அடிமரத்தில் காணப்படும் பலகைச் சாரங்கள்.

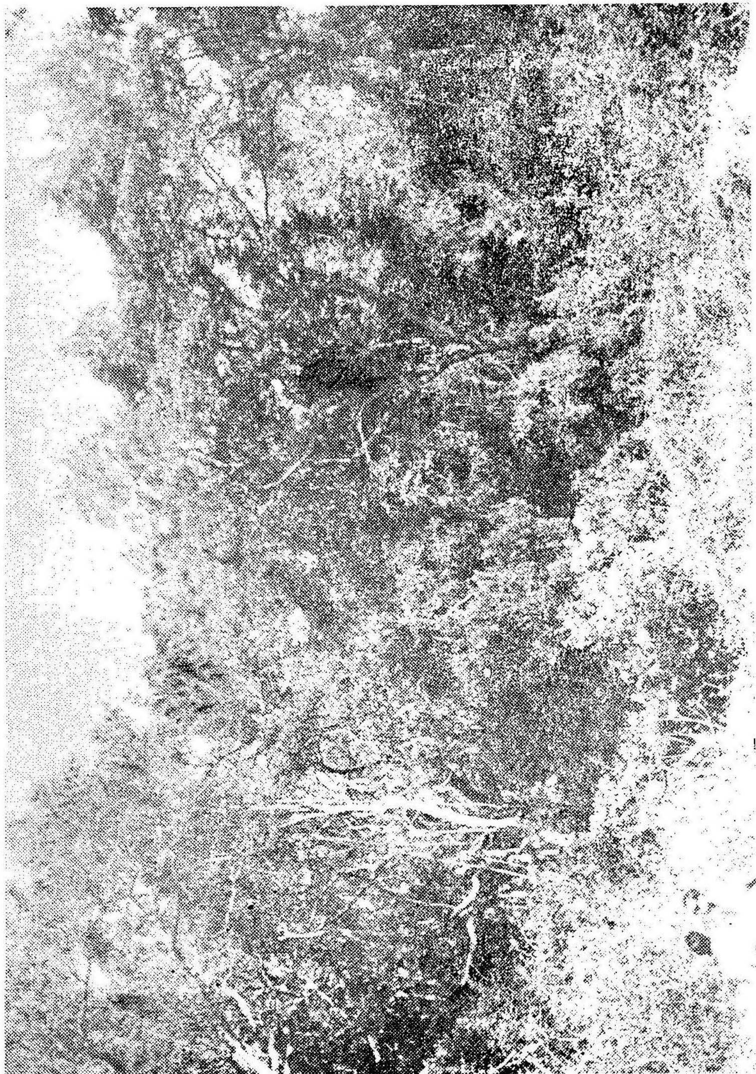
தொகுதிகள் பல அடுக்குகளாக அமைந்திருப்பதாகும் (படம் 68). மிக உயரமான மரங்கள் மரக்கொடிகள் ஆகியவற்றின் இலைத் தொகுதி எல்லாவற்றிற்கு மேலடுக்காகப் பொழிலின் கூரையாக

அமைகிறது. இதன் உயரம் சுமார் 50 முதல் 70 மீட்டர்கள் வரை இருக்கலாம். இக் கூரையானது சூரிய ஒளியைத் தடுத்து பொழிலின் உட்புறம் அதிக வெளிச்சம் போகாதவாறு செய்கிறது. ஆகவே, இப் பொழிலில் அதிக வெளிச்சம் தேவைப்படாத நிழல் வளர் தாவரங்கள் மட்டுமே வளரமுடியும். கூரைபோலமைந்த மேலடுக்கின்கீழ் ஓலைத் தாவரங்களும் (palms), பெரணித் தாவரங்களும் (ferns) இரண்டாவது அடுக்காகச் சுமார் 15 முதல் 20 மீட்டர் உயரத்தில் காணப்படுகின்றன. இவற்றினடியில் மூன்றுவதடுக்காகச் சுமார் 2 மீட்டர் உயரத்துக்குக்கீழ் செடித் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. ஆனால் பொழில் தரைக்கு அதிக வெளிச்சம் வராததால் (படம் 69), செடித் தாவரங்கள் இங்கொன்றும் அங்கொன்றுமாகக் காணப்படுமேயன்றி அடர்த்தியாகக் காணப்படாது. நிலப்பரப்பில், பிரையோஃபைட்டுகள், மாஸ்கள் முதலிய தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. மற்றும் பொழிலினுட்புறத்தில் மரம், மரக்கொடி ஆகியவற்றின் தண்டுகளின்மேல் ஏராளமான தொற்றுத் தாவரங்கள் வாழ்கின்றன. ஆர்கிடுகள், பெரணிகள் மாஸ்கள், முதலியன முக்கிய ஒட்டுத் தாவரங்களாகும். இப் பொழிலில் வளரும் முக்கிய பூக்குந் தாவரக் குடும்பங்கள்: லாரேசியே(lauraceae), லெகிமினோசே (legiminosae), மோரேசியே (moraceae), ஸ்டெர்குலியேசியே (sterculiaceac). மிர்சினேசியே (myrsinaceae, ரூபியேசியே (rubiaceae), பைப்பெரேசியே (piperaceae), மிர்டேசியே (myrtaceae), ஆர்கிடேசியே (orchidaceae), ஏரேசியே (araceae), பாமே (palmae) முதலியனவாகும்.

இப் பொழிலின் மரங்கள் பலவற்றின் அடித்தண்டு பலகை போன்ற சாரங்களைக் (plank buttresses) கொண்டிருக்கின்றன (படம் 70). இந்தச் சாரங்கள், உயர்ந்த மரத்தண்டானது காற்றில் சாய்ந்துபோகாமல் இருக்கப் பயன்படுகிறது. அதிக மழையும் காற்றில் ஈரப்பசை மிகுந்துமிருப்பதால், தாவரத்திலிருந்து தண்ணீரை வெளியேற்றுவதற்கு நீர் ஸ்டோமாக்கள் பல தாவரங்களில் காணப்படுகின்றன. மற்றும், கடுமழையினுல் இலைகள் கிழிந்துபோகாமலிருக்க, அகலமான தனியிலைகள் தோல்போன்று கெட்டியாக இருக்கின்றது. அல்லது லெகுமினேசே குடும்பத் தாவரங்களைப்போல் மிகச் சிறிய சிற்றிலைகளைக் கொண்ட கூட்டிலையாக இருக்கிறது. ஆனல், கீழடுக்குகளிலிருக்கும் தாவரங்கள், மேலடுக்குகளால் மழையின் வேகத்திலிருந்து பாதுகாக்கப்படுவதால், அவற்றின் இலைகள் மெலிந்து அகலமாக உள்ளன.

இப் பொழிலின் மற்றொரு முக்கிய பண்பு யாதெனின் ஆண்டு முழுதும் தாவரங்களுக்கு வேண்டிய தண்ணீரும் வெளிச்சமும்

குறைவில்லாமல் கிடைப்பதால், தாவரங்களின் வளர்ச்சியும் இனப்பெருக்கமும் ஆண்டு முழுதும் இடைவிடாமல் நடைபெறுகின்றன. ஓய்வுக்காலம் என்பதும், குறிப்பிட்ட பருவங்களில் பூக்



படம் 71.
பூமத்திய சரப்பசும்பொழில்

களும். மற்ற இனவிருத்தி சாதனங்களும் உண்டாதல் என்பதும் இப் பொழிலில் கிடையாது.

**பூமத்திய ஈரப் பசும்பொழில்**

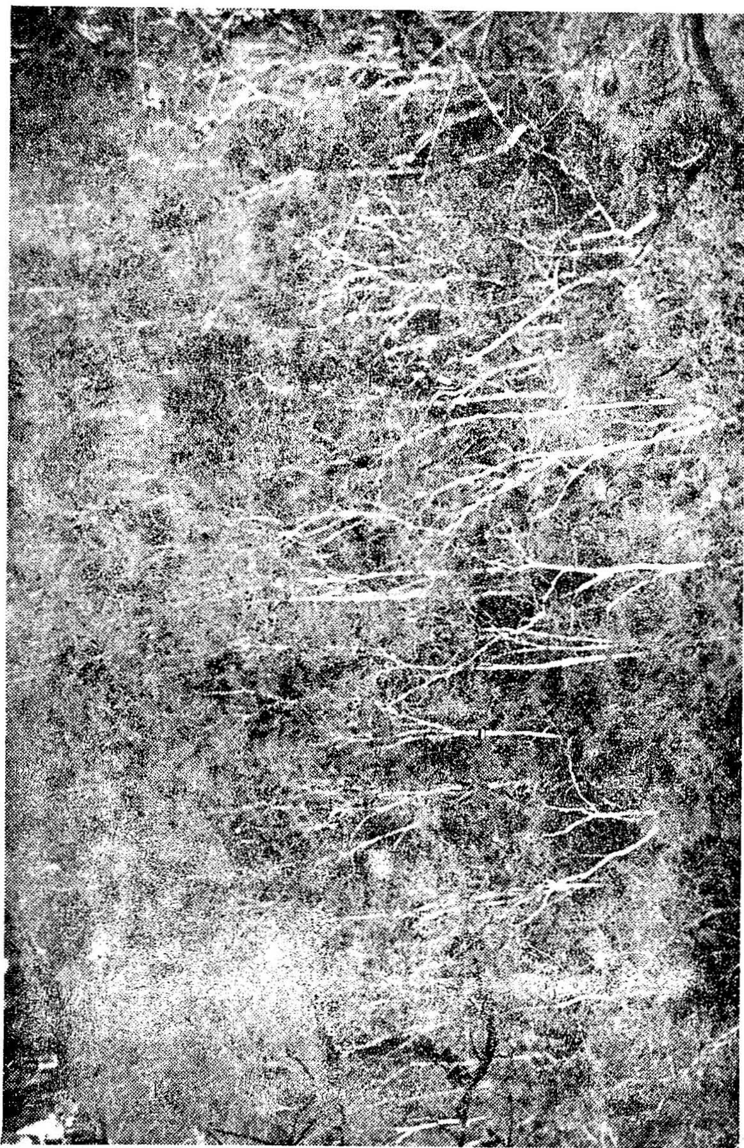
இப் பொழிலும் ஏறக்குறைய முன் சொல்லப்பட்ட மாருப் பசுமை மழைப்பொழிலைப் போன்றதேயாகும் (படம் 71). ஆனுல், மழையளவு சற்றுக் குறைந்து, ஆண்டு முழுதும் தொடர்ந்து ஒரே சீராகப் பெய்யாமல், ஒரு நீண்ட வரட்சிக் காலத்தைக் கொண்டிருப்பதால் அவ்வரட்சிக் காலத்தில் தாவரங்கள் சில தமது இலைகளை உதிர்த்துவிடுகின்றன (படம் 72). இக் காரணத்தால் இப் பொழிலின் தன்மை முன் சொன்னதிலிருந்து



படம் 72.

பூமத்திய ஈரப்பசும்பொழிலின் நிலப்பரப்பு

சற்று மாறுபடுகிறது. ஆனுல் உயர்ந்த மரங்களும், அடுக்கமைப்பும், பெருமளவு மாருப்பசுமை மழைப்பொழிலை ஒத்துள்ளன. தென்னிந்தியாவில் இப் பொழில், மகாராஷ்டிரம், மைசூர், கேரளம் ஆகிய மாநிலங்களின் கடலோர மலைச்சரிவுகளின் உயரக் குறைவான பகுதிகளில் காணப்படுகிறது. டிப்டிரோகார்பஸ் இன்டிகஸ் (dipterocarpus indicus), மேங்கிஃபெரா இன்டிகா (mangifera indica) முதலிய மரங்கள் இப் பொழிலின் முக்கிய தாவரங்களாகும்.

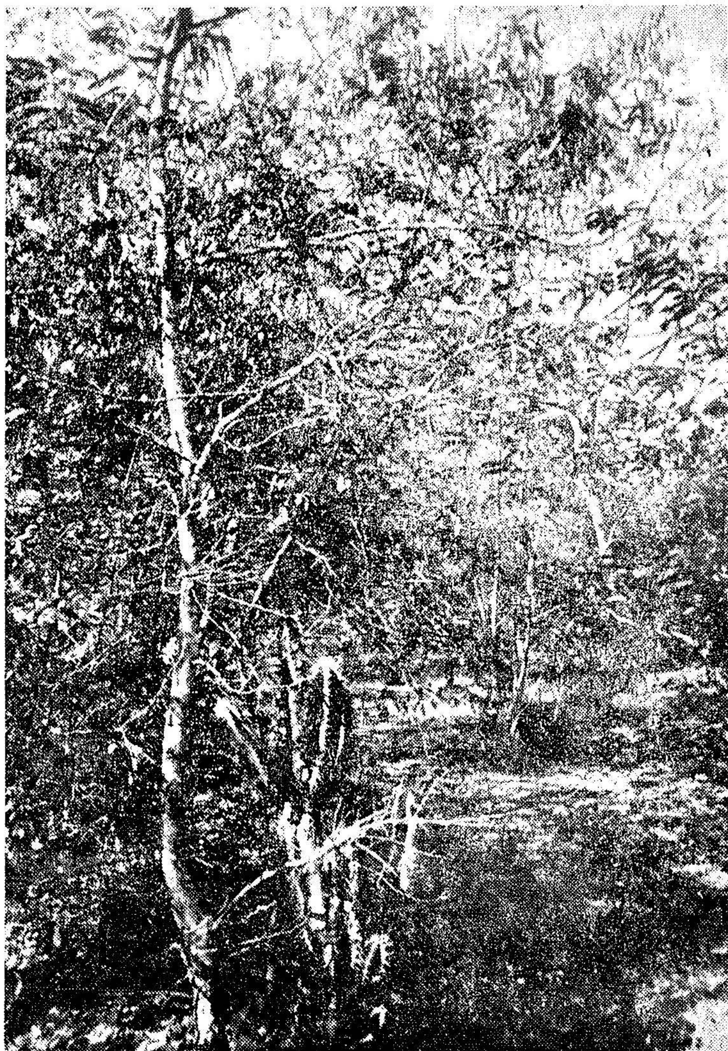


படம் 73.

பூமத்திய ஈர இலையுதிர் பொழில்; இலைகள் உதிர்ந்துள்ள தோற்றம்.

**பூமத்திய ஈர இலையுதிர் பொழிலும் வறண்ட இலையுதிர் பொழிலும்**

இவ்விரண்டு பொழில்களும் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று சற்றே வேறுபட்டனவாகும். அதாவது முந்தையதைவிடப் பிந்தையதில்



படம் 74.
பூமத்திய வறண்ட இலையுதிர் பொழில்

வரட்சிக்காலம் அதிகம். இதனுல் தோன்றும் சில வேற்றுமைகளைத் தவிர மற்ற பல பண்புகளில் இவ்விரண்டு பொழில்களும் ஒரே தன்மையனவாகும். இவ்விரண்டு பொழில்களும் பருவக் காற்றுப் பொழில்கள் (monsoon forests) என்றும் சொல்லப்படும். தென்னிந்தியாவின் பொழில்களில் அதிக பரப்பளவுள்ளது இவ்விரண்டு பொழில்களின் கூட்டே எனலாம். ஈர இலையுதிர் பொழில், மேற்குத் தொடர்ச்சி மலையின் கிழக்குச் சரிவுகளில் காணப்படுகிறது. வறண்ட இலையுதிர் பொழிலானது மகாராஷ்டிரம், மேற்கு மைசூர், ஆந்திரம், தமிழ்நாடு ஆகியவற்றின் நடுவிலமைந்த தட்சிண பீடபூமியைத் தவிர்த்த ஓரப்பகுதிகளில் காணப்படுகிறது.

இப் பொழில்களின் மழையளவு ஆண்டுக்கு சுமார் 100 முதல் 200 செ. மீ.-களாகும். ஆனுல் இம் மழை முழுதும் ஒருசில மாதங்களில் பெய்துவிடுவதால், மற்ற பல மாதங்கள் தொடர்ந்து வரட்சியாக உள்ளன. வரட்சிக் காலத்தின் மிகுவெப்ப நாள்களாகிய ஏப்ரல் மே மாதங்களில் அநேக மரங்கள் இலைகளை உதிர்த்துவிடுகின்றன (படம் 73). ஆனுல் ஈர இலையுதிர் பொழிலில் வெவ்வேறு மரங்கள் வெவ்வேறு காலங்களில் இலையை உதிர்க்கின்றனவாகையால், பொழில் முழுதும் இலையற்றநிலை எப்போதும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனுல், வறண்ட இலையுதிர் பொழிலில் (படம் 74) ஏறக்குறைய எல்லா மரங்களும் ஒரே சமயத்தில் இலையுதிர்ப்பதால் (படம் 75), பொழில் முழுதும் காய்ந்துபோன ஒரு தோற்றத்தை அளிக்கிறது. ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த மரங்கள் இருவகை பொழிலில் வறண்ட இலையுதிர் பொழிலில் வளர்வதைவிட அதிக உயரமாக வளருகின்றன. முந்தையதில் மரங்களின் உயரம் 30 முதல் 40 மீட்டர் வரையும், பிந்தையதில் 20 முதல் 25 மீட்டர் வரையும் இருக்கலாம். இப் பொழில்களில் மரங்கள் மிக அடர்த்தியாக இல்லாததால், இவற்றின் இலைத்தொகுதி பொழிலினுள் வெளிச்சம் வருவதை அதிக தடை செய்வதில்லை. எனவே, பொழிலின் நிலமட்டத்தில் மழைக் காலத்தில் செழிப்பான தாவர வளர்ச்சி காணப்படுகிறது. இதில் சிறு பெரணிகள், மலர்த் தாவரச் செடிகள், ஏரேசியே குடும்பத் தாவரங்கள் முதலியன முக்கிய தாவரங்களாகும். மரத் தண்டுகளின்மேல் மரங்கள், ஆர்கிடுகள், பெரணிகள் முதலிய தொற்றுத் தாவரங்கள், ஈர இலையுதிர் பொழிலில் காணப்படுகின்றன. மூங்கில்கள், பிரம்பு முதலியனவும் நிலமட்டத் தாவரங்களைவிட உயரமாக வளருவனவாகும். எனவே, இப் பொழில்களிலும் தாவர இலைத்தொகுதிகள் அடுக்கடுக்காக அமைந்து காணப்படுகிறது.



படம் 75.

புமத்திய வறண்ட இலையுதிர் பொழிலில் இலையுதிர்ந்த சமயத்தில் நிலப்பரப்பின் தோற்றம்

மரச்சாமான்களுக்காகப் பயன்படும் பல முக்கிய மரவகைகள் இப் பொழில்களில் வளருவனவாகும். தேக்கு (tectona grandis) ஈட்டி, வேங்கை, மலைவேம்பு, மருது, புரசு முதலியன முக்கிய மரங்களாளகும். மற்றும் சந்தனம், இலுப்பை முதலிய மரங்களும் இவற்றில் வளருவனவாகும்.

**பூமத்திய வறண்ட பசும்பொழில்**

இது தனிப்பட்ட தன்மையான பொழிலாகும். இது தமிழ் நாட்டில் கோடிக்கரைக்கும் சென்னைக்கு மிடையிலிருக்கும் கடற் கரைப் பிரதேசத்தில் மட்டும் காணப்படுவதொன்ருகும். இங்குச் சுமார் 100 செ. மீ. மழை அக்டோபர் முதல் டிசம்பர் மாதம் வரை பெய்கிறது. மற்ற மாதங்கள் வறண்டிருக்கின்றன.

இப் பொழிலில் சுமார் 10 முதல் 15 மீட்டர் உயரமுள்ள குறு மரங்கள் அடர்த்தியாக வளர்ந்து அவற்றின் இலைத்தொகுதிகள் கூரைபோல் இடைவெளியற்றுப் பரந்துள்ளன. இதற்குக் கீழே பெரும்பாலும் முட்செடிகளாலான புதர்கள் காணப்படுகின்றன. இப் பொழிலின் முக்கிய பண்பு யாதெனின், மழையற்ற வறண்ட காலத்திலும் இது பசுமையான தோற்றத்தைப் பெற்றிருப்பதாகும்.

**பூமத்திய முட்பொழில்**

தென்னிந்திய தீபகற்பத்தில் மேற்குத் தொடர்ச்சி மலைக்கும் கிழக்குத் தொடர்ச்சி மலைக்கும் இடையிலுள்ள பிரதேசத்தின் நடுப்பகுதிகளில் இப் பொழில் பெருவாரியாகக் காணப்படுகிறது. இங்கு மழையளவு 80 செ.மீ.-க்கும் குறைவு, வெப்பம் அதிகம்.

இப் பொழிலில் ஆங்காங்கே சிறு மரங்களும், அவற்றிடையே அடர்ந்த முட்புதர்களும் காணப்படுகின்றன (படம் 76). அல்லது மரங்களின்றிக் குடும்பம் குடும்பமாக முட்புதர்கள் வளர்ந்திருக்க லாம். சிறு இலைகளும், முட்களும் இப் பொழிலின் பெரும்பான்மை யான தாவரங்களின் முக்கிய பண்பாகும். சிசிபஸ் (ziziphus), கெப்பாரிஸ் (cepparis), ஹிப்டேஜ் ((hiptage), வைடிஸ் (vitis), டிரோலோபியம் (pterolobium), யூஃபர்பியா (euphorbia), ரேன்டியா (randia), டையொஸ்பைராஸ் (diospyros) முதலிய தாவரங்கள் இப் பொழிலில் காணப்படும் சில முக்கிய தாவரங் களாகும்.

**ஈரமலைப்பொழில்**

நீலகிரி மலையிலும், ஆனைமலை, பழனிமலைத் தொடர்களிலும் இப் பொழில் காணப்படுகிறது. மலையுச்சியின் குளிர் பொழி

லுக்கும், மலையடிவாரத்தின் மாருப்பசுமை மழைப் பொழிலுக்கும் இடைப்பட்ட மலைச்சாரலில் இப் பொழில் காணப்படுகிறது. சுமார்



படம் 76.
பூமத்திய முட்பொழில்

1200 மீட்டர்கள் முதல் 1600 மீட்டர்கள் உயரம் வரை இப் பொழில் பரவியுள்ளது. மற்றும் இப் பொழில் ஒரே தொடர்ச்சி

யாக இல்லாமல் திட்டுத்தட்டாக ஆங்காங்கே வளர்ந்திருக்கிறது, இதில் அதிக நெருக்கமில்லாத குட்டையான மரங்களும், அவற்றி னடியில் அடர்ந்த புதர்கள் செடிகள் ஆகியவையும் காணப்படு கின்றன. இது முருடாகிய மாருப்பசுமை மழைப் பொழிலாகும் என்றும் சிலரால் கருதப்படுகிறது.

## கடலோரப்பொழில்

இப் பொழிலானது நதிகள் கடலுடன் கலக்கும் முகத்துவாரங் களில் காணப்படுவனவாகும். கோதாவரி, கிருஷ்ணா, காவேரி முதலிய நதிகளின் முகத்துவாரங்களில் தென்னிந்தியாவில் இப் பொழில் உள்ளது. இப் பொழில்களில் கடல்நீர் நிறைந்த சதுப்பு மண்ணில் வாழக்கூடிய தகவமைவுகளைப் பெற்ற மாங்ரூவ் மரங் களே பெரும்பான்மையாகக் காணப்படுவதால், இது மாங்ரூவ் பொழில் (mangrove forest) என்றும் சொல்லப்படுகிறது. மண்ணுக் குள்ளிருக்கும் வேர்களிலிருந்து மேல் நோக்கி வளர்ந்து காற்றில் நீட்டிக்கொண்டு அநேக துவாரங்களோடு காணப்படும் சுவாச வேர்களும், தண்டின் அடிப்பகுதியிலிருந்து முழங்கால் மடிப்பு போல் வளர்ந்துள்ள முட்டுவேர்களும், பழத்தினுள்ளிருக்கும் போதே விதைகள் முளைத்து நாற்றுகக் கீழே விழுவதும் இத் தாவரங்களின் சிறப்புப் பண்புகளாகும். ரைசோஃபொரா (rhizo-phora), சொன்னரேசியா (sonneracia). ஏஜிசிராஸ் (aegiceras) அவிசீனியா (avicennia) முதலிய மர இனங்களும், அகாந்தஸ் இலிசிஃபோலியஸ் (acanthus ilicifolius) செடிகளும், தாழை போன்ற புதர்களும் இப் பொழிலில் காணப்படும் முக்கிய தாவரங் களாகும்.

# இயங்கியல்

**கனிம ஊட்டம்**

தாவரங்கள் செழுமையாக வளருவதற்கு மொத்தம் பதினறு தனிமங்கள் அவற்றிற்குத் தேவைப்படுகின்றன. இவை கார்பன் (carbon), ஹைட்ரஜன் (hydrogen), ஆக்சிஜன் (oxygen), நைட்ரஜன் (nitrogen), பாஸ்பரஸ் (phosphorous), சல்பர் (sulphur), பொட்டாசியம் (potassium), கால்சியம் (calcium), மக்னீசியம் (magnesium), இரும்பு (iron). துத்தநாகம் (zinc), தாமிரம் (copper), போரன் (boron), மாங்கனீஸ் (manganese), மாலிப்டினம் (molibdenum), குளோரின் (chlorine) என்பனவாகும்.

இவற்றில் கார்பன் முதல் மக்னீசியம் வரையான தனிமங்கள் அதிக அளவில் தேவைப்படுகின்றன. எனவே, இவை பெருந் தனிமங்கள் (macro elements) எனப்படுகின்றன. மற்ற தனிமங்கள் மிக நுண்ணிய • அளவில் மட்டுமே தேவைப்படுகின்றனவாகையால், தாவரங்கள் வளரும் ஊடகத்தில் அவற்றின் சாயை (trace) இருந்தாலே போதும். ஆகையால், இவை நுண் தனிமங்கள் (micro or trace elements) எனப்படுகின்றன.

தனிமங்கள் தாவரங்களின் வாழ்வில் ஆற்றும் பணியைக் கொண்டு பலவகைகளாகச் சிலரால் வகைப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

1. ஆற்றல் பரிமாற்றும் தனிமங்கள் (energy exchange elements): ஹைட்ரஜன், ஆக்சிஜன்.

2. நெகிழ் சேமிப்புத் தனிமங்கள் (plastic storagc elements): கார்பன், நைட்ரஜன், சல்பர், பாஸ்பரஸ்.

3. ஆக்சீகரண-நீக்கரண மாற்றங்களை நெறிப்படுத்தும் தனிமங்கள் (oxidation-reduction regulators): மக்னீசியம், நிக்கல், துத்தநாகம், தாமிரம் கோபால்ட், இரும்பு.

4. அடிப்படை அமைப்புத் தனிமங்கள் (sheletal elements) : கால்சியம், மக்னீசியம், பாஸ்பரஸ்.

5. சவ்வூடு பரவலை நெறிப்படுத்தும் தனிமங்கள் (osmotic regulators) : கால்சியம், மக்னீசியம், சோடியம், பொட்டாசியம், பாஸ்பேட், கார்பனேட் ஆகியவை இவற்றின் அயனிகள்

6. வினை ஊக்கு தனிமங்கள் (catalytic elements) : இரும்பு, தாமிரம், மாங்கனீஸ், துத்தநாகம், சல்பர்

7. நொதி ஊக்கு தனிமங்கள் (enzyme activators) : கால்சியம், மக்னீசியம், கோபால்ட்.

**ஊட்டக்கரைசல் சோதனை** (Culture experiments)

ஒரு தாவரத்துக்கு ஒரு தனிமம் இன்றியமையாததா என்பதையும், அத் தனிமம் இல்லாவிடில் தாவரத்துக்கு என்ன நேரிடுகிறது என்பதையும் ஊட்டக் கரைசல் (culture solution) சோதனைகள் மூலம் கண்டறியலாம். இச் சோதனைகளுக்காகப் பல தனிப்பட்ட ஊட்டக் கரைச்சல்களைப் பயன்படுத்தலாம். அவற்றில் முக்கியமான சிலவற்றின் அமைப்பு கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

**1. சாக்ஸின் கரைசல்** (Sach's solution)

| | |
|---|---|
| பொட்டாசியம் நைட்ரேட் ($KNO_3$) | 1 கிராம் |
| கால்சியம் பாஸ்பேட் ($Ca_3(PO_4)_2$) | 0·5 ,, |
| மக்னீசியம் சல்பேட் ($MgSO_4$, $7H_2O$) • | 0·5 ,, |
| கால்சியம் சல்பேட் ($CaSO_4$) | 0·5 ,, |
| சோடியம் குளோரைடு (NaCl) | 0·25 ,, |
| இரும்பு சல்பேட் ($FeSO_4$) | சாயை |
| தண்ணீர் (வாலை வடிநீர்) | 1 லிட்டர் |

**2. நாப்பின் கரைசல்** (Knop's solution)

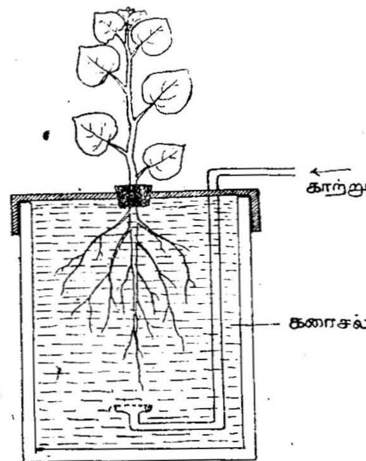
| | |
|---|---|
| கால்சியம் நைட்ரேட் ($Ca(NO_3)_2$, $4H_2O$) | 0·8 கிராம் |
| பொட்டாசியம் நைட்ரேட் ($KNO_3$) | 0·2 ,, |
| பொட்டாசியம் பைபாஸ்பேட் ($KH_2PO_4$) | 0·2 ,, |
| மக்னீசியம் சல்பேட் ($MgSO_4$, $7H_2O$) | 0·2 ,, |
| இரும்பு பாஸ்பேட் ($FePO_4$) | சாயை |
| தண்ணீர் (வாலை வடிநீர்) | 1 லிட்டர் |

**3.** ஹோக்லான்டின் கரைசல் (Hoagland's soltution)

| | |
|---|---|
| கால்சியம் நைட்ரேட் ($Ca(NO_3)_2\ 4H_2O$) | 1·18 கிராம் |
| பொட்டாசியம் நைட்ரேட் ($KNO_3$) | 0·51 ,, |
| பொட்டாசியம் பைபாஸ்பேட் ($KH_2PO_4$) | 0·14 ,, |
| மக்னீசியம் சல்பேட் ($MgSO_4,\ 7H_2O$) | 0·49 ,, |
| இரும்பு டார்டாரேட் | சாயை |
| + நுண் தனிமங்கள் | |
| தண்ணீர் (வாலை வடிநீர்) | 1 லிட்டர் |

மேற்கண்ட கரைசல்களிலெல்லாம் தாவரங்களுக்குத் தேவையான தனிமங்களெல்லாம் அடங்கியிருப்பதைக் காணலாம். சாதாரணமாக நுண் மூலகங்கள் இந்த உப்புகளிலேயே அசுத்தங்களாகக் கலந்திருக்குமாதலால், அவற்றைத் தனியாகச் சேர்க்க வேண்டியதில்லை.

ஒரு குறிப்பிட்ட உப்பை அகற்றியும், வேறு உப்பைச் சேர்த்தும், எந்த ஒரு தனிமத்தையும் கரைசலிருந்து நீக்கிவிட முடியும். உதாரணமாக, மக்னீசியம் இல்லாத கரைசலைத்




படம் 77.
ஊட்டக்கரைசல் சோதனை

தயாரிக்க, மேற்சொன்ன கரைசல்களிலிருந்து மக்னீசியம் சல்பேட்டை எடுத்துவிட்டு, பொட்டாசியம் சல்பேட்டைச் சேர்க்க

வேண்டும். நைட்ரேட்டை நீக்குவதற்கு, பொட்டாசியம் நைட்ரேட்டுக்குப் பதில் பொட்டாசியம் குளோரைடைச் சேர்க்க வேண்டும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு தனிமத்தையும் நீக்கிய வெவ்வேறு கரைசல்களைத் தனித்தனியே தூய்மையான கண்ணுடிக் கலங்களில் நிரப்பி அக் கலங்களை இரு துளையுள்ள மூடியால் மூடவேண்டும் (படம் 77). ஒரு துளை வழியே செடியையும், மற்ருெரு துளை வழியாகக் காற்றைச் செலுத்தக்கூடிய ஒரு குழலையும் செருகவேண்டும். செடியின் வேர்கள் கரைசலில் மூழ்கியும், மற்ற பாகங்கள் வெளியிலும் இருக்கவேண்டும். அவ்வப்போது கரைசல்களை மாற்றுவதுடன் அவற்றினுள் காற்றையும் செலுத்தவேண்டும்.

மேற்கூறியவாறு செய்யப்படும் சோதனைகளில், அத்தியாவசிய தனிமங்கள் அனைத்தும் உள்ள கரைசலில் செடி செழிப்பாக வளருவதையும், ஏதாவதொரு தனிமமற்ற மற்ற கரைசல்களில் வளரும் செடிகள் செழிப்பு குன்றி குறிப்பிட்ட தனிமக் குறைவாலேற்படும் தனிப்பட்ட அறிகுறிகளை நாளடைவில் தோற்றுவிப்பதையும் கண்டறியலாம்.

### நுண் தனிமங்களுக்கான சோதனை

ஒரு குறிப்பிட்ட நுண் தனிமம் கிடைக்காதபோது தாவரங்களில் ஏற்படும் அறிகுறிகளையும் ஊட்டக் கரைசல் சோதனைகள் மூலம் அறியலாம். ஆனுல், சாதாரணமாகக் கரைசல்களுக்காகப் பயன்படுத்தப்படும் உப்புகளிலேயே தேவையான அளவு நுண் தனிமங்கள் கலந்திருக்குமென முன்பு கொள்ளப்பட்டது. ஆகவே, நுண் தனிமக் குறையாலேற்படும் விளைவுகளைக் காணுவதற்கான கரைசல் தயாரிப்பில், மிகக் கவனமாக வேதியல் முறைப்படி தூய்மைப்படுத்தப்பட்ட உப்புகளை மட்டுமே பயன்படுத்த வேண்டும். மற்றும் கரைசல்களை ஊற்றிச் சோதனை செய்யும் கலங்களும், மிகத் தூய்மையான உயர்தர பைரக்ஸ் (pyrex) கண்ணுடியால் செய்யப்பட்டனவாக இருக்கவேண்டும்.

அத்தியாவசிய தனிமங்கள் தாவரங்களில் ஆற்றும் பணி என்னவென்றும், அவற்றின் குறையாலேற்படும் அறிகுறிகளும் விளைவுகளும் எவையென்றும் பார்ப்போம்.

### பெருந்தனிமங்கள்

**கார்பன், ஹைட்ஜரன், ஆக்ஸிஜன் :** கார்பனுனது காற்றிலிருந்து கார்பன்-டை-ஆக்சைடாகத் தாவரங்களால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அடிப்படை உணவுப் பொருளாகிய கார்போ

ஹைட்ரேட்டையும், கொழுப்புப் பொருள்கள், செல்சுவர், புரோட்டொபிளாசம் ஆகியவற்றை உண்டாக்கவும் கார்பன் இன்றியமையாததாகும். ஹைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் நீராகவும், ஆக்சிஜன் நேரடியாகக் காற்றிலிருந்தும் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. கார்பன் பங்கேற்கும் பணிகளிலெல்லாம் இவ்விரு தனிமங்களுடனும் சேர்ந்தே செயலாற்றுவதால், இம் மூன்று தனிமங்களில் எது இல்லாவிட்டாலும் தாவரங்கள் அறவே உயிர் வாழ முடியாது.

## நைட்ரஜன்

காற்றில் பெரும்பகுதி நைட்ரஜனுக இருந்தாலும், தாவரங்களுக்குத் தேவையான நைட்ரஜனை அவை மண்ணிலிருந்து நைட்ரஜனை கூட்டுப் பொருள்களாகவே எடுத்துக்கொள்ளுகின்றன. பெருமளவு நைட்ரேட்டாகவும், சிறிதளவு நைட்ரைட் அல்லது அமோனியாவாகவும் வேர்கள்மூலம் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. உயிரினங்களுக்கே உரித்தான பல தனிப்பட்ட வேதியக் கூட்டுப் பொருள்களிலெல்லாம் நைட்ரஜன் உள்ளது. உயிரின் அடிப்படையாகிய புரொட்டீனிலும், அமினோ அமிலங்கள், ப்யூரின்கள், பிரமிடீன்கள், நிறமிகள், நொதிகள், இணைநொதிகள் ஆகிய அனைத்திலும் நைட்ரஜன் உள்ளது. எனவே, நைட்ரஜன் பற்ருக் குறையால் தாவரங்களின் செழுமை வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகிறது.

## நைட்ரஜன் பற்ருக்குறை அறிகுறிகள்

இலைகளில் போதுமான பச்சையம் இல்லாமல் அவை மஞ்சள் கலந்த பச்சையாகவோ, மஞ்சளாகவோ மாறுகின்றன. சிவப்பு, கருஞ் சிவப்பு நிறங்களில் இலைகள் தோன்றுகின்றன. இலைகள் நேர்குத்தாக நிற்கின்றன. அடிப்பாகங்களில் இலைகள் உதிர்ந்து விடுகின்றன. கோண மொக்குகள் வளர்ச்சி குன்றுகின்றன. பூக்கள் மிகத் தாமதமாக உண்டாகின்றன. அல்லது உண்டாவதே இல்லை. பொதுவாகத் தாவரம் முருடாகிக் காணப்படுகிறது.

## சல்ஃபர்

அங்கக அனங்கக கூட்டுப் பொருள்களாக சல்பர் நிலத்தில் உள்ளது. பெரும்பாலும் சல்பேட் அயனியாக இது தாவரங்களால் எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. சிஸ்டீன் (Cysteine), மெதியொனீன் (Methionine) போன்ற அமினோ ஆசிடுகளில் சல்பர் உள்ளது. மற்றும் தையொமின் (Thiomine), பையோடின் (Biotin), கோ என்சைம்-ஏ (Co-enzyme-A) ஆகிய வைட்டமின்களிலும் சல்ஃபர் உள்ளது.

**சல்ஃபர் பற்றுக்குறை அறிகுறிகள்**

இலைகள் வெளிரிட்டு அளவில் சிறுத்துவிடுகின்றன. அவற்றில் சிவப்பு அல்லது கருஞ்சிவப்பு நிறமிகளுண்டாகின்றன. தளிரிலைகள் மஞ்சள் நிறமடைகின்றன. கோண மொக்குகள் பருவத்துக்கு முன்பாக வளர்ச்சியடைகின்றன. வளர் நுனிகளிலிருந்து அடிநோக்கித் தண்டுகள் இறக்கத் தொடங்குகின்றன. வேரிலும் அதிக வளர்ச்சியடைவதும், செல் சுவர்தடிப்பால் கெட்டியான தண்டு உண்டாவதும், நைட்ரேட்களும், கார்போ ஹைட்ரேட்டுகளும் அதிகரிப்பதும் இதர அறிகுறிகளாகும்.

**பாஸ்பரஸ்**

பாஸ்பரஸானது மண்ணிலிருந்து பாஸ்பேட் அயனிகளாகத் தாவரங்களால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. மற்ற எந்த தனிமத்தைக் காட்டிலும், பாஸ்பரஸ் பற்றுக் குறையினுல்தான் தாவரங்கள் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றன. ஆசிட் தன்மையுள்ள நிலங்களில் இரும்பு, அலுமினியம் ஆகியவற்றோடு இணைந்த கூட்டுப் பொருள்களாகப் பாஸ்பரஸ் உள்ளது. இந் நிலையில் இது தாவரங்களால் நன்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட முடிவதில்லை. மற்றும், பாஸ்பரஸ் கூட்டுப் பொருள்கள் நீரில் மிகுதி யாகக் கரையக் கூடியனவாக இருப்பதால் அவை மழை நீரால் எளிதில் அரித்துச் செல்லப்படுகின்றன. எனவே, பாஸ்வரசே "விவசாயத்தின் திறவுகோல்" (key to agriculture) எனப் பொருத்தமாகச் சொல்லப் படுகிறது.

தாவரத்தினுள் பாஸ்பரஸ் அங்கக அனங்ககப் பொருள்களாகக் காணப்படுகிறது. அனங்கக பாஸ்பேட்டுகள் தாவரங்களின் திசுக்களில் பெருமளவில் காணப்படுகின்றன. தாவரங்களில் இது எளிதாக ஓர் இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குப் பெயர்ச்சியடைகிறது. ஆற்றலைப் பொறுத்து தாவரங்களில் பாஸ்பரஸ் பொருள்கள் ஆற்றும் மிக முக்கியமான பணியைப்பற்றி ஒளிச்சேர்க்கை, உயிர்ப்பு ஆகிய பகுதிகளில் சொல்லப்பட்டுள்ளது. *NADP*, *ADP* ஆகிய ஆற்றல் தாங்கிப் பொருள்களிரண்டும் பாஸ்பரஸ் கூட்டுப் பொருள்களேயாகும்.

**பாஸ்பரஸ் குறைபாட்டின் அறிகுறிகள் :** பாஸ்பரஸ் பற்றுக் குறையின் அறிகுறிகள் பல நைட்ரஜன் பற்றுக்குறை அறிகுறிகளை ஒத்துள்ளன. இலைகள் நேர்குத்தாக நிற்பதும், பருவத்துக்கு முன்பே உதிர்ந்துவிடுவதும், இலை விளிம்புகள் கருகுவதும், பெரிய நரம்புகளின் அருகே பச்சையச் சோகை (chlorosis) ஏற்படுவதும்,

இலைகள். இலைக்காம்பு, காய்கள் இவற்றின்மேல் உயிரற்ற செல்களாலான பழுப்புப் புள்ளிகள் (necrotic spots) தோன்றுவதும் முக்கிய அறிகுறிகளாகும். மற்றும், செல்களின் சுவர்கள் மெலிந்து விடுகின்றன. புளோயம் திசு முழு வளர்ச்சியடைவதில்லை. உணவு கனிமம் ஆகியவற்றின் பெயர்ச்சி உயிர்ப்பு, புரத உற்பத்தி ஆகிய முக்கிய செயல்கள் சரிவர நடைபெறுவதில்லை.

**பொட்டாசியம்**

பாறைகள் பொடிந்து போவதாலுண்டாகும் மூலக் கனிமமாக, பொட்டாசியம் நிலத்தில் காணப்படுகிறது. இதில் ஒரு பகுதி மட்டுமே நீரில் கரையக்கூடியதாக இருப்பதால் இப் பகுதி மட்டுமே தாவரங்களுக்குப் பயன்படக்கூடும். எனவே, தாவரங்கள் இயற்கையில் பொட்டாசியப் பற்றுக் குறையால் வெகுவாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன. இது தாவரங்களுக்கு இன்றியமையாத ஒரு தனிமமாயினும், இது தாவரங்களின் வாழ்வில் என்ன பணியாற்றுகிறது என்பது தெளிவாகத் தெரியவில்லை. இதற்குப் பதிலாக வேறு எந்தத் தனிமமும் பயன்பட முடிவதில்லை.

**கால்சியம்**

ஆக்சைடு, கார்பனேட் ஆகிய கூட்டுப் பொருளாகக் கால்சியம் மண்ணில் காணப்படுகிறது. இவற்றில் கரையக்கூடிய பகுதியைத் தாவரங்கள் நன்கு எடுத்துக்கொள்ள முடியும். மண்ணில் கால்சியம் மிகுதியாக இருந்தால் அதனால் இரும்பு, மாங்கனீஸ், தாமிரம், போரான், துத்தநாகம் ஆகிய தனிமங்களைத் தாவரங்கள் எடுத்துக்கொள்ளுவது தடைப்படுகிறது. இது தாவரங்களின் உடலில் எளிதாக இடப்பெயர்ச்சி அடைவதில்லை. இது குறிப்பிட்ட என்ன பணியை ஆற்றுகிறது என்பது நன்றாகத் தெரியவில்லை. இந்த தனிமம் கால்சியம் பெக்டேட் (Calcium pectate) ஆக செல் சுவரின் இடை அடுக்கில் (middle lamella) காணப்படுகிறது *AD* பாஸ்படேஸ், ஆர்கினீன் கைனேஸ் (Arginine kinase) ஆகிய நொதிகளின் ஊக்கியாகக் கால்சியம் பயன்படுகிறது.

**கால்சியம் பற்றுக்குறை அறிகுறிகள்**

கால்சியம் பற்றுக்குறையால் இலைகளில் பச்சையச் சோகை ஏற்பட்டு, இலை விளிம்புகள் உள்நோக்கிச் சுருண்டு, இலை முனை கொக்கிபோல் வளைந்து கொள்ளுகிறது. தண்டின்மீது கோடுகளும் பிளவுகளும் ஏற்படுகின்றன. தண்டின் வளர்முனை இறந்து போகிறது. வேர்கள் முனைக்குக் கீழே குறுகி, அவற்றின் வளர்ச்சி

பாதிக்கப் படுகிறது, வேர்த்தூவிகள் உருண்டையாகி விடுகின்றன. விதைகளின் எண்ணிக்கை குறைகிறது. செல் பகுப்பு பாதிக்கப்பட்டு, குரோமொசோம் விகாரங்கள் (chromosome aberrations) ஏற்படுகின்றன.

**மக்னீசயம்**

நிலத்தில் இது கார்பனேட், சல்பேட் ஆகிய கூட்டுப் பொருள்களாக உள்ளது. பச்சையத்தில் உள்ள ஒரே உலோகம் மக்னீசியமே. கார்பன் வளர்சிதை மாற்றங்களில் பணிபுரியும் பாஸ்போகினேஸ் போன்ற நொதிகளின் ஊக்கியாக மக்னீசியம் செயல்படுகிறது.

**மக்னீசியக் குறைபாட்டறி குறிகள்**

மக்னீசியக் குறைபாட்டால் ஒரு வகை பச்சையச் சோகை (chlorosis) உண்டாகிறது. இலை நரம்புகள் மட்டும் பச்சையாகவும், இலை முழுதும் மஞ்சள், பச்சைப் புள்ளிகளும் தோன்றுகின்றன. இலைகளின் விளிம்புகளில் பிரகாசமான, மஞ்சள், ஆரஞ்சு, சிவப்பு, கருஞ்சிவப்பு நிறங்கள் தோன்றலாம். பச்சையச் சோகையைத் தொடர்ந்து திசு இறப்பு ஏற்படுகிறது. சிலசமயம் நரம்களுக்கிடையே பழுப்புப் புள்ளிகள் உண்டாகின்றன.

**நுண் தனிமங்கள்**

**இரும்பு**

இந்த தனிமம் மண்ணில் ஆக்சைடுகளாகப் பெரும் அளவில் காணப்படுகிறது. நிலத்தில் பெர்ரஸ் கூட்டுப்பொருள்களாக உள்ள இரும்பே தாவரங்களுக்கு எளிதில் பயன்படக் கூடியவையாகும். காரத்தன்மையான (alkaline) நிலங்களில், பெர்ரஸ் இரும்பு, பெர்ரிக் இரும்பாக ஆக்சீகரணமடைகிறது. பெர்ரிக் இரும்பைத் தாவரங்கள் நன்கு எடுத்துக் கொள்ளமுடியாது. உயிர்ப்பின்போது ஏற்படும் எலெக்ட்ரான் மாற்றத்தில் பங்கேற்கும் சைடொகுரோம்களில் இரும்பு உள்ளது. அது மாறி மாறி ஆக்சீகரணமும் நீக்கரணமும் அடைவதால், உயிர்ப்பில் நிகழும் முடிவான ஆக்சீகரணத்தில் இரும்பு ஒரு முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது மற்றும் சக்சீனிக் டிஹைட்ரோஜினேஸ் (Succinicd ehydrogenase), சேந்தைன் ஆக்சிடேஸ் (Xanthine oxidase), ஆல்டொலேஸ் (Aldolase) முதலிய நொதிகளிலும் இரும்பு உள்ளது.

**இரும்பு பற்றுக்குறை அறிகுறிகள்**

இரும்பு பற்றுக்குறையால் பச்சையச் சோகை ஏற்படுகிறது. நரம்புகள் ஆழ்ந்த பச்சையாக இருந்தாலும், நரம்புகளுக்கு இடையிலுள்ள பகுதிகள் வெளிரிட்டுப் போகின்றன. பிரகாசமான நிறங்களும், புள்ளிகளும் இலைப்பரப்பில் உண்டாகலாம். பச்சையச் சோகையைத் தொடர்ந்து இலைகள் முற்றிலும் வாடிவிடுகின்றன. தாவரத்தின் திசுக்களில் செல்பகுப்பு திடீரென நின்று விடுகிறது. தாவரத்தினுள் இரும்பு எளிதாக இடப்பெயர்ச்சி யடைவதில்லையாதலால், ஒரே செடியின் அடிப்பகுதியிலுள்ள இலைகள் பச்சையாகவும், நுனிப் பகுதியிலுள்ள இலைகள் பச்சையச் சோகையால் பாதிக்கப்பட்டும் இருப்பதைக் காணலாம். இரும்பும் பெருந்தனிமங்களிலொன்றாகக் கருதப்பட வேண்டுமென்பது சிலரது அபிப்பிராயமாகும்.

**மாங்கனீஸ்**

மண்ணில் மாங்கனீஸ் அயனியாகவோ, ஆக்சைடாகவோ காணப்படலாம். பாஸ்பரஸ் மாற்றிகள் (phosphokinases), டிகார்பாக்சிலேஸ்கள் (decarboxylases), ஆக்சிடேஸ்கள் (oxidases) முதலிய பல நொதிகளுக்கு ஊக்கியாக மாங்கனீஸ் பணியாற்றுகிறது. ஐசோசிட்ரிக் டிஹைட்ரோஜினேஸ் (Isocitric dehydrogenase) செயல்படுவதற்கு மாங்கனீஸ் இன்றியமையாததாகும். மாங்கனீஸ் ஒளிச் சேர்க்கையில் நேரடியாகப் பங்கு கொள்ளுகிறது. மாங்கனீஸ் இல்லாதபோது ஒளிக்கிரியையில் ஆக்சிஜன் வெளியிடப்படுவதில்லை. நைட்ரேட்டுகளை நீக்கரிப்பதில் பங்குகொள்ளும் நைட்ரேட் ரிடக்டேஸ் (nitrate reductase), ஹைட்ராக்சில் அமின் ரிடெக்டேஸ் (hydroxyl amine reductase) ஆகிய இரு நொதிகளுக்கும் மாங்கனீஸ் ஊக்கியாகச் செயல்படுகிறது.

**மாங்னீஸ் குறைபாட்டறி குறிகள்**

பலவகையான பச்சையச் சோகைகள் மாங்கனீஸ் பற்றுக்குறையால் ஏற்படுகின்றன. பேரிக்காய், ஆப்பிள் போன்ற மரங்களில் இலை நடு நரம்பையும், பெரிய நரம்புகளையும் ஒட்டியுள்ள திசுக்கள் மட்டும் பச்சையாகவும், மற்ற பகுதிகள் வெளிரிட்டும் போகின்றன. இலைப் பரப்பில் திசு இறப்பினாலுண்டாகும் புள்ளிகள் தோன்றுகின்றன. ஓட்ஸ் செடியின் சாம்பற் புள்ளிநோய் (grey speck of oats) பட்டாணிச் செடியின் சதுப்புப் புள்ளிநோய் (marsh spot of pea), பீட்ரூட்டின் மஞ்சள் திட்டு நோய் (yellow speck of beet root) ஆகிய நோய்கள் மாங்கனீஸ் பற்றுக் குறையால் ஏற்படுவனவாகும். இவ்வாறு ஒரு கனிகத்தின் பற்றுக் குறையாலுண்டாகும் நோய்கள் ஊட்டக் குறை நோய்கள் (deficiency diseases) எனப்படுகின்றன.

சில தனிமங்களின் பற்றுக்குறையால் தாவரங்கள் பாதிக்கப்படுவதுபோல் அவற்றின் மிகுதியாலும் தாவரங்கள் பாதிக்கப்படலாம். அப்படிப்பட்ட தனிமங்களில் மாங்கனீஸ் ஒன்றாகும். மாங்கனீஸ் மிகுதியாக இருந்தால் நச்சு விளைவுகள் (toxic effects) ஏற்படுகின்றன. மங்கனீஸ் மிகுதியாலுண்டாகும் அறிகுறிகள் இரும்புப் பற்றுக் குறையால் ஏற்படும் அறிகுறிகளை ஒத்துள்ளன. ஆகவே, மாங்கனீஸ் மிகுதியால் இரும்பு பெர்ரஸ் நிலையிலிருந்து பெர்ரிக் நிலைக்கு மாறித் தாவரங்களுக்குப் பயன்படாமல் போய் விடுகிறது என்று கருதப்படுகிறது. இலைகளில் வண்ணப் புள்ளிகளுண்டாதல், திசு இறப்பு, இலைகள் கோப்பைகளைப்போல் சுருண்டு கொள்ளுதல் முதலியவை மாங்கனீஸ் மிகுதியாலேற்படும் அறிகுறிகளாகும்.

**துத்தநாகம்**

மண்ணில் துத்தநாகம் இரும்பு-மாங்கனீஸ் தாதுப்பொருள்களுடன் கலந்து காணப்படுகிறது. மற்றும் இது நேர் அயனியாகவும், அங்ககக் கூட்டுப் பொருள்களாகவும் இருக்கலாம். ஹைட்ரஜனை நீக்கும் நொதிகளுக்கு ஊக்கியாகத் துத்தநாகம் பயன்படுகிறது. பைரூவிக் கார்பாக்சிலேஸ் (Pyruvic corboxylase) நொதிகளின் தயாரிப்புக்கும், இன்டால் - 3 - அசிடிக் ஆசிட் (Indole-3-acetic acid) என்னும் ஆக்சின் தயாரிப்புக்கும் துத்தநாகம் இன்றியமையாததாகும். புரொட்டீன் வளர்சிதை மாற்றங்களிலும் இது பங்கேற்பதாகத் தெரிகிறது.

**துத்தநாகக் குறைபாட்டறி குறிகள்**

துத்தநாகப் பற்றுக்குறை அறிகுறிகள் பெரும்பாலும் முற்றிய இலைகளிலேயே தோன்றுகின்றன. இலைகளின் வெளி, உள் அமைப்புகளில் மாற்றங்களேற்படுகின்றன. இலைகள் அளவில் சிறுத்து, அவற்றின் விளிம்புகள் சுருண்டு விகாரமடைகின்றன. இலையின் மீசோபில் திசுவில் செல்லிடைவெளிகள் சிறுத்து விடுவதால் செல்கள் நெருக்கமாக அமைகின்றன. ஆப்பிள், பீச்சிஸ் மரங்களின் சிற்றிலை நோய் (Little leaf disease), கொத்திலை நோய் (Rosette disease), ஆரஞ்சு வகைகளின் புள்ளியிலை நோய் (Mottled leaf), மக்காச் சோளத்தின் வெண்மொட்டு நோய் (White bud), கோகோ மரத்தின் கொக்கியிலை நோய் (Sickle leaf) ஆகியவை துத்தநாகப் பற்றுக் குறையாலேற்படும் ஊட்டக்குறை நோய்களாகும். இவற்றைத் தவிர துத்தநாகப் பற்றுக்குறையால் வேர்நுனி பருத்தும், வேர்த்தூவிகள் கோணலாகவும் காணப்படுகின்றன. செல்பகுப்பு திசுக்களின் செல்கள் ஒழுங்கற்ற உருவத்தையும், பெரிய செல்லிடை வெளிகளையும் பெறுகின்றன.

**போரான்**

இது மண்ணில் பேர்ரா சிலிகேட் (Borosilicate) கால்சியம் போரேட் (Calcium borate) மக்னீசியம் போரேட் (Magnesium borate) ஆகிய கூட்டுப் பொருள்களாக உள்ளது. மற்ற உலோகங்களைப் போலல்லாமல் இது போரேட், டார்டரேட் ஆகிய எதிர் மின்னயனிகளாகவே தாவரங்களால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. தாவரங்களினுள் சர்க்கரைப் பொருள்களின் இடப் பெயர்ச்சிக்கு இது இன்றியமையாதது என்று தெரிகிறது. செல் பகுப்பு சரிவர நடைபெறுவதற்கும் போரான் தேவைப்படு கிறது. பூக்களின் சூலகங்களில் போரான் மிகுதியாக உள்ளதால் இது கருவுறலில் முக்கிய பங்கு வகிப்பதாகக் கருதப்படுகிறது.

**போரான் பற்றுக்குறை யறிகுறிகள்**

தண்டு நுனியின் வளர்திசு இறந்துவிடுவது போரான் பற்றுக் குறையின் முக்கிய அறிகுறியாகும். கோண மொக்குகளின் வளர்ச்சி ஊக்குவிக்கப்படுவதால் தாவரங்கள் புதர்போல் வளரு கின்றன. இலைகள் சுருண்டு விகாரமடைகின்றன. இளம் இலைகள் விரிவதற்கு முன்பே வாடிக் கருகிவிடுகின்றன. இலைகளில் சிவப்பு, கருஞ்சிவப்பு நிறங்களும் தோன்றுகின்றன. உருளைக்கிழங்கின் பழுப்பு நோய் (Browning of potato), பீட்ரூட்டின் மைய அழுகல் நோய் (Heart rot of Beet), டர்னிப்பின் நீர் மைய நோய் (Water core of Turnip), புகையிலையின் முடிநோய் (Top disease of tobacco), ஆப்பிள் பழத்தின் மைய கார்க் நோய் (Corky core of apple), பட்டை தேமல் நோய் (Bark measeles of apple) ஆகியவை, போரான் பற்றுக் குறையாலுண்டாகும் குறையூட்ட நோய்களாகும்.

**மாலிப்டினம்**

மண்ணில் இது மாலிப்டினம் சல்பைடாகவும் (Molybdenum sulphide), ஈய மாலிப்டினேட் (Lead molybdenate) ஆகவும் காணப் படுகிறது. நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றங்களுக்கும், நிலைப் பாட்டுக்கும், நைட்ரேட் நீக்கரணத்துக்கும் இது இன்றியமையாத தனிமமாகும்.

**மாலிப்டினப் பற்றுக்குறை யறிகுறிகள்**

மாலிப்டினப் பற்றுக்குறையால் இலை விளிம்புகள் மேல்நோக்கிச் சுருண்டு இலை நரம்புகளுக்கிடையிலுள்ள பகுதிகள் மஞ்சள் நிறமடைகின்றன. பிறகு இலைகள் வாடி உதிர்ந்து விடுகின்றன. பூக்களின் எண்ணிக்கை குறைகிறது அல்லது பூக்கள் தோன்று

வதேயில்லை. காலிபிளவர் (cauliflower) செடியின் சாட்டை வால் ரோஸ் (whip tail) மாலிப்டின பற்றுக் குறையாலேற்படும் குறையூட்ட நோயாகும்.

**தாமிரம்**

தாமிர இரும்பு சல்பைடு (Cu Fe $S_2$) இயற்கையாகப் பாறைகளில் காணப்படும் ஒரு கூட்டுப் பொருளாகும். தாமிரம் மிகச் சிறு அளவில் மட்டுமே தாவரங்களுக்குத் தேவைப் படுகிறது. அதிக அளவிலிருந்தால் கொடிய நச்சுத் தன்மையினதாகிறது, சில ஆக்சீகரண, நீக்கரண நொதிகளில் இது உள்ளதால், இவ் வேதிய மாற்றங்களில் ஊக்கியாக இது செயல்படுகிறது. பாலிபீனல் ஆச்சிடேஸ் (Polyphenol oxidase), அஸ்கார்பிக் ஆசிட் (Ascorbic acid) முதலியவை தாமிரத்தைக் கொண்டுள்ளன.

**தாமிர பற்றுக்குறை யறிகுறிகள்**

தாமிர பற்றுக்குறையால் இலை நரம்புகளுக் கிடையிலுள்ள பகுதிகளில் பச்சையச் சோகை ஏற்படுகிறது. தக்காளிச் செடியின் வாடல் நோயும் (Wilting). திசு இறப்பும், தானியப் பயிர்களைப் பாதிக்கும் வெண்நுனி நோய் (White tip) அல்லது நிலமீட்சி நோய் (Reclamation disease) ஆகியவை தாமிரப் பற்றுக் குறையாலேற் படும் ஊட்டக்குறை நோய்களாகும்.

**குளோரின்**

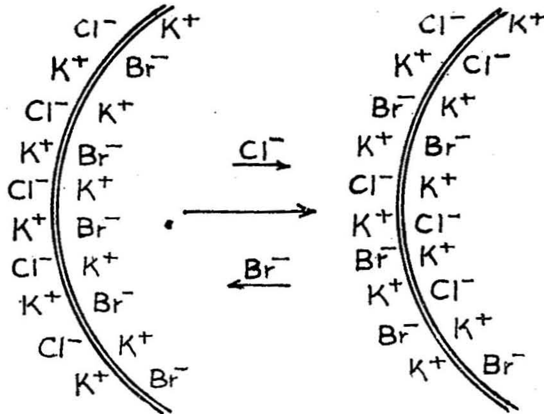
அநேக தாவரங்களுக்குக் குளோரைடு அயனிகள் ($Cl^-$) மிக நுண்ணிய ஆனால் குறிப்பிட்ட அளவில் இன்றியமையாததாக உள்ளது என்று சமீப காலத்தில் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது. வெர்னன் (Vernon), கே (Ke) என்பவர்கள் ஒளிச் சேர்க்கையில் நீரின்மூலக் கூறுகளிலிருந்து, பச்சையத்துக்கு எலெக்ட்ரான் மாற்றம் ஏற்படு வதற்குக் குளோரைடு அயனிகள் அத்தியாவசியமானவை என்று கருதுகிறார்கள்.

**கனிமங்கள் எடுத்துக் கொள்ளப்படுதல்** (Uptake of minerals)

தாவரங்கள் தமக்குத் தேவையான கனிமங்களை மண்ணி லிருந்தே எடுத்துக் கொள்ளுகின்றன. சில கனிமங்கள் நிலநீரில் கரைந்துள்ளன. மற்றும் களிமண் துகள்களுடனும், மட்கின் துகள் களுடனும் இணைந்த நிலையிலும் உள்ளன. மண்ணில், கொலாய்டு அளவிலுள்ள களிமண் துகள்கள் எதிர் மின்னேற்றத்தைப் பெற்றன வாகும். எனவே, அவை நேர் அயனிகளை (cations) ஈர்த்துக் கொள்ளுகின்றன. இவ்வாறு களிமண் துகள்களால் ஈர்த்துக்

கொள்ளப்படும் முக்கியமான நேர் அயனிகள் கால்சியம் அயனி ($Ca^{++}$), பொடாசியம் அயனி ($K^+$), சோடியம் அயனி ($Na^+$), ஹைட்ரஜன் அயனி ($H^+$) முதலியனவாகும்.

களிமண் துகள்களால் ஈர்க்கப்பட்டுள்ள நேர் அயனிகளை அகற்றி வேறு நேர் அயனிகள் அவ்விடத்தில் நின்றுகொள்ள முடியும். எடுத்துக்காட்டாக, களிமண் துகள்களால் ஹைட்ரஜன் நேர்மின் அயனி ஈர்க்கப்பட்டுள்ளதாக வைத்துக்கொள்வோம். அம்மண்ணில் கால்சியம் குளோரைடுக் கரைசலை ஊற்றுவோம். இக் கரைசலில் கால்சியம் நேர் அயனிகளும், குளோரைடு எதிர் அயனி (anion) களும் உள்ளன. களிமண் துகளால் ஈர்க்கப்பட்டுள்ள ஹைட்ரஜன் நேர் அயனிகள் ஈர்ப்பிலிருந்து விடுபட்டு குளோரைடு எதிர் அயனிகளோடு இணைந்து கொள்ளுகின்றன. எனவே, ஹைட்ரஜன் நேர் அயனிகளின் இடத்தில் கால்சியம் நேர் அயனிகள் களிமண் துகள்களால் ஈர்த்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. இவ்வாறு இரு நேர் அயனிகள் இடம் மாற்றிக்கொள்ளுவது அயனிப் பரிமாற்றம் (Ion exchange) எனப்படும் (படம் 78).




படம் 78

அயனிப் பரிமாற்றம்; குளோரின் அயனிகளும் புரோமின் அயனிகளும் பரிமாற்றமடைந்துள்ளன.

காரத்தன்மையான மண்ணில் பரிமாற்றம் அடையக்கூடிய நேர் அயனியாகக் கால்சியமும், ஆசிட் தன்மையான மண்ணில் ஹைட்ரஜனும் உள்ளன. வெவ்வேறு நேர் அயனிகள் களிமண் துகள்களால் வெவ்வேறு விசைகளில் ஈர்த்துக் கொள்ளப்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஹைட்ரஜன் மிகுந்த விசையுடனும், சோடியம் மிகக் குறைவான விசையுடனும் ஈர்த்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.

மண்ணிலுள்ள முக்கியமான எதிர் அயனிகள் நைட்ரேட் அயனி ($NO_3^-$), சல்பேட் அயனி ($SO_4^{--}$), கார்பனேட் அயனி ($HCaO_3^-$), பாஸ்பேட் அயனி ($H_3PO_4^-$), ஹைட்ராக்சில் அயனி ($OH^-$) முதலியவையாகும். எதிர் அயனிகள் மண் துகள்களால் ஈர்த்து வைத்துக் கொள்ளப்படாமல், நிலநீர்க் கரைசலில் இருப்பதால் அவை எதிளில் தண்ணீரால் அரிக்கப்படுகின்றன.

தமக்குத் தேவையான கனிமங்களைத் தாவரங்கள் அயனிகளாகவே எடுத்துக் கொள்ளுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாகத் தாவரங்களுக்குத் தேவைப்படும் பொட்டாசியம், நைட்ரஜன் ஆகியவை பொடாசியம் நைட்ரேட்டாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுவதில்லை. எனவே, ஒரே கரை பொருளின் இரண்டு அயனிகளும் ஒரே அளவில் எடுத்துக் கொள்ளப்படவேண்டுமென்பதில்லை. எடுத்துக்காட்டாகக் கால்சியம் நைட்ரேட்டிலிருந்து நேர் அயனியாகிய கால்சியத்தைவிட எதிர் அயனியாகிய நைட்ரேட் அதிகமாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பொடாசியம் சல்பேட்டிலிருந்து, எதிர் அயனியாகிய சல்பேட்டைவிட நேர் அயனியாகிய பொடாசியம் அதிகமாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. எனினும், ஒரு குறிப்பிட்ட வகை மின்னேற்றமுடைய அயனி ஒன்று தாவரத்தினுள் செல்லும்போது அதற்கு எதிர்வகை மின்னேற்றமுடைய அயனி ஒன்றும் உட்செல்லவேண்டும். அப்போதுதான் மின்னாற்றல் சமநிலை (electrostatic equilbrium) ஏற்படும். உதாரணமாக, பொடாசியம் சல்பேட் கரைசலிலிருந்து நேர் அயனியாகிய பொடாசியம் ($K^+$) உட்செல்லும்போது, தண்ணீரின் அயனீகரத்தாலுண்டாகும் எதிர் மின்னேற்றம் அயனியாகிய ஹைட்ராக்சில் அயனி ($OH^-$) ஒன்று உட்செல்லலாம். அப்போது தண்ணீரின் ஹைட்ரஜன் நேர் அயனி ($H^+$) சல்பேட் எதிர் அயனியுடன் ($SO_3^-$) இணையும். அதுபோலவே கால்சியம் நைட்ரேட்டிலிருந்து நைட்ரேட் எதிர் அயனி ($NO_3^-$) உட்செல்லும்போது அதனுடன் ஹைட்ரஜன் நேர் அயனி ($H^+$) உட்செல்லலாம். அப்போது ($OH^-$) எதிர் அயனியும், கால்சியம் நேர் அயனியும் இணையலாம். இவ்வாறு உள்ளும், வெளியிலும் மின்னாற்றல் சமநிலை ஏற்படுகிறது.

இனி மேற் சொல்லப்பட்ட விவரங்களின் அடிப்படையில் அயனிகள் எவ்வாறு தாவரங்களால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன என்று பார்ப்போம்.

## அயனிகள் எடுப்பு

## (Uptake of ions)

### 1. செய்படுறிஞ்சல்

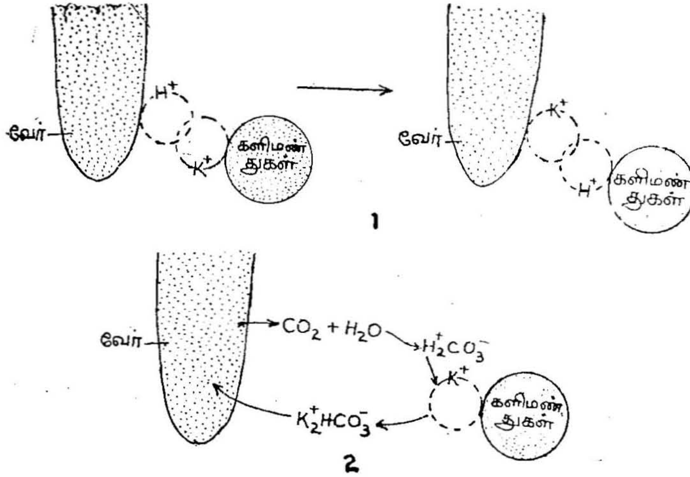
### (Passive absorption)

**ஊடுபரவல்** (Diffusion): அடர்த்தி மிகுந்த இடத்திலிருந்து அடர்த்தி குறைவான இடத்துக்கு அயனிகள் ஊடுபரவிச் செல்லு வது ஓர் இயற்கை நிகழ்ச்சியாகும். இவ்வாறு நிலக் கரைசலில் அடர்த்தி மிகுந்த அயனிகள் வேர்களின் செல்களுக்குள் அடர்த்தி குறைவாயிருப்பின் ஊடுபரவிச் செல்லலாம்.

பல சமயங்களில் தாவர செல்லினுள் காணப்படும் அயனி களின் செறிவு, மண் கரைசலிலுள்ள அந்த அயனிகளின் செறிவைவிடப் பல மடங்கு அதிகமாக உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக நைடெல்லா (nitella) என்னும் பாசியின் செல்களில் வெளி நீரி லிருப்பதைவிட 100 மடங்கு அதிகமான பொட்டாசியம் உள்ளது. சோடியம் 50 மடங்கு அதிகமாக இருக்கிறது. இத்தகைய அயனிச் சேகரம் ஊடுபரவலால் நடைபெறமுடியாது. ஏனெனில், இயற்கையான ஊடுபரவு திசைக்கு எதிராக அயனிகள் செல்ல வேண்டும். இவ்வித எதிர்ச் செலவு, ஆற்றலைப் பயன்படுத்தினுல் நிகழக் கூடுமெனினும், சில சமயங்களில் ஆற்றல் பயன்படாமலே நடைபெறுவதாகத் தெரிகிறது. இவ்வாறு ஆற்றலைச் செலவழிக் காமலே ஊடுபரவலுக்கு எதிராக எவ்வாறு செல்களில் அயனிகள் அதிகச் செறிவில் சேருகின்றன என்பதை அயனிப் **பரிமாற்றம்** (Ion exchange) என்ற கொள்கை மூலம் சிலர் விளக்குகின்றனர். அயனிப் பரிமாற்றம் என்றுலென்னவென்று முன்பே விளக்கப்பட் டுள்ளது. செல்களில் இது எவ்வாறு செயல்படுகிறது என்பதை விளக்க இரண்டு கோட்பாடுகள் சொல்லப்படுகின்றன. அவை (a) நேரடிப் பரிமாற்றம் (contact exchange) (b) கார்பன்-டை- ஆக்சைடு வழிப் பரிமாற்றம் (carbonic acid exchange) என்பன வாம்.

(a) **நேரடிப் பரிமாற்றம்:** ஜென்னி, ஓவர் ஸ்ட்ரிட் (Jenny, Overstreet) ஆகியவர்களால் சொல்லப்பட்டுள்ள இக் கோட் பாட்டின்படி, நிலக்கரைசலின் வழியாகச் செல்லாமலே, மண் துகள் களால் ஈர்க்கப்பட்டுள்ள நேர் அயனிகள், வேரின் நேர் அயனி களோடு நேரடிப் பரிமாற்றமடையமுடியும் என்று கூறப்படுகிறது. இவ்விரு இடங்களிலும் உள்ள அயனிகள் நிலையாக இல்லாமல் இடைவிடாமல் ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள் அலைந்துகொண்டே

(oscillating) இருக்கின்றன. இரு அயனிகளின் அலைவெல்லை ஒன்றையொன்று தொடுமாயின் அவ்வயனிகள் இடப் பரிமாற்றம் செய்துகொள்ள ஏதுவாகிறது [படம் 79 (1)]. இதுபோன்ற நேரடிப் பரிமாற்றம் மிக நுண்ணிய இடைவெளியில்தான் நடைபெறமுடியும். களிமண் துகள்களும், வேர் செல்லின் சைட்டொபிளாசமும் அவ்வளவு நெருங்கி வருகின்றனவா என்பது ஐயத்திற்குரியதாக உள்ளது.




படம் 79.

அயனிகள் எடுப்பு

1. நேரடிப் பரிமாற்றக் கோட்பாடு
2. கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வழிப் பரிமாற்றம்

**(b) கார்பன்-டை-ஆக்சைடு வழிப் பரிமாற்றம்**

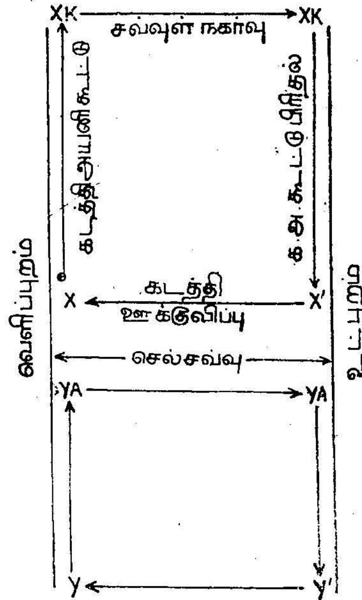
வேர்களில் உயிர்ப்பின்போது உண்டாகும் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு தண்ணீரில் கரைந்து கார்பானிக் ஆசிடாகிறது. இந்த ஆசிட் நேர் மின்னேற்றமுடைய ஹைட்ரஜன் அயனிகளாகவும் ($H^+$), எதிர் மின்னேற்றமுடைய பைகார்பனேட் ($HCO_3^-$) அயனிகளாகவும் பிரிகிறது. இவற்றுள் ஹைட்ரஜன் அயனி நிலக் கரைசலினுள்ள வேறொரு பயனுள்ள நேர் அயனியுடன், எடுத்துக்காட்டாக, பொடாசியம் அயனியுடன் ($K^+$) பரிமாற்றமடையலாம் [படம் 79 (2)]. அதாவது பொடாசியம் அயனி வேருடன் இணைந்துகொள்ள, ஹைட்ரஜன் அயனி கரைசலைச் சென்றடையலாம்.

## 2. செயலுறிஞ்சல்

(Active absorption)

ஊடுபரவல் விதிக்கு எதிராகவும், செயப்படுறிஞ்சல்களால் நடைபெறக்கூடியதைவிட வேகமாகவும் அயனிகள் செல்களால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுவது ஆற்றலைப் பயன்படுத்தாமல் நடைபெறக்கூடியதல்ல என்று தெரிகிறது. இவ்வாறு ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி அயனிகளெடுத்துக் கொள்ளப்படுவதே செயலுறிஞ்சல் எனப்படும். இது எப்படி நடைபெறுகிற தென்பது கடத்திக் கோட்பாடு (Carrier hypothesis) என்பதொன்ருல் விளக்கப் படுகிறது.

**கடத்திக் கோட்பாடு:** செல்களின் பிளாஸ்மா சவ்வு அயனிகளைத் தன்னூடு செல்ல அனுமதிப்பதில்லையென்று கதிரியக்க அயனிகளைக் கொண்டு செய்த சோதனைகளிலிருந்து தெரிய




படம் 80.

அயனிகள் எடுப்பு ; கடத்திக் கோட்பாடு

வந்தது, எனவே, தனிப்பட்ட கடத்திப் பொருள்கள் அயனிகளை பிளாஸ்மா சவ்வினூடே எடுத்துச்செல்லப் பயன்படலாமென்ற கோட்பாடே கடத்திக் கோட்பாடாகும். இதன்படி, பிளாஸ்மா

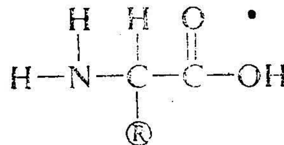
சவ்வின் வெளிப் பக்கத்தில் குறிப்பிட்ட கடத்திப் பொருளோடு அயனிகள் இணைந்துகொண்ட பிறகு கடத்தி அயனிக் கூட்டுப் பொருள் பிளாஸ்மாவைக் கடந்து உட்சென்று அங்கே அக் கூட்டுப் பொருள் உடைந்து அயனி வெளிவிடப்படுகிறது (படம் 80) இச் செயல்களுக்குத் தேவையான ஆற்றல் செல்களி லிருந்து கிடைக்கிறது. கடத்திகள் நொதிகளைப் போன்ற பொருள் களாக இருக்கலாமென்று கருதப்படுகிறது. சைட்டொ குரோம் களும், புரொட்டீன் லெசிதின் கூட்டுப்பொருளும் கடத்திகளாகப் பயன்படலாமென்று சொல்லப்படுகிறது.

## புரொட்டீன் தயாரிப்பு

(Protein synthesis)

செல்லின் புரொட்டொ பிளாசத்தில் பெரும்பகுதியாகவும், உயிர்த் தன்மையின் அடிப்படையாகவும் உள்ளவை புரொட்டீன் களாகும். நொதிகள், பச்சையம், வைடமின்கள் முதலிய பல முக்கியமான பொருள்கள் புரொட்டீனுலானவையே. உயிர்களின் தனிப்பட்ட பண்பையும் செயல்களையும் தோற்றுவிப்பவை புரொட் டீன்களேயாகும்.

புரொட்டீன்கள் எல்லாம் அமினோ ஆசிடுகள் எனும் அலகு களாலானவை (படம் 81). பல அமினோ ஆசிடுகள் சங்கிலித்

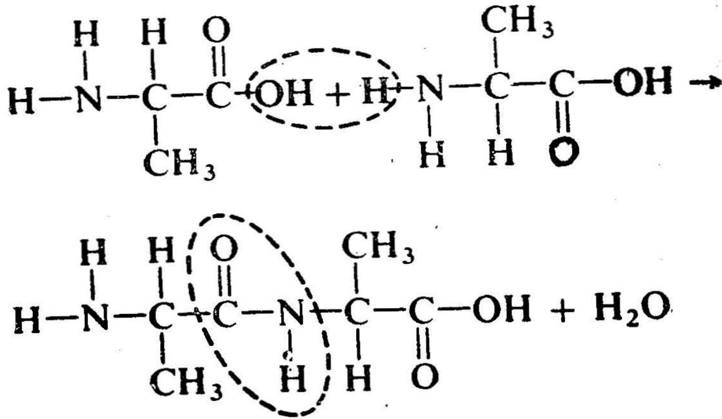



படம் 81.

புரொட்டீன்களின் பொதுவான கட்டமைப்பு ; R என்பது பக்க சங்கிலித் தொட ரைக் குறிக்கிறது.

தொடர்போல் இணைந்து புரதங்கள் உண்டாகின்றன. தாவரங் களில் காணப்படும் அமினோ ஆசிடுகள் மொத்தம் சுமார் 20 ஆகும். இந்த 20 அமினோ ஆசிடுகள் பலவிதங்களில் தம்முள் இணைவதால், எண்ணற்ற வகையான புரொட்டீன்களுண்டா கின்றன. ஆனால், ஒரு புரொட்டீனில் இந்த 20 ஆசிடுகளும் இருக்கவேண்டுமென்பதில்லை. ஏதோ ஒருசில மட்டும் குறிப்பிட்ட அளவில் இருக்கலாம்.

அமினோ ஆசிடுகளெல்லாவற்றிலும் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அமினோ ($NH_2$) தொகுதியும், COOH எனும் ஆசிட் தொகுதியும் உள்ளன. இரு அமினோ தொகுதியும் உள்ளன. இரு அமினோ ஆசிடுகிகள் ஒன்றோடொன்று இணையும் போது, ஒரு ஆசிடின் கார்பாக்சில் அல்லது ஆசிட் (COOH) தொகுதி மற்றோர் அமினோ ஆசிடின் அமினோ தொகுதியோடு இணைகிறது. இந்த இணைப்பின்போது, தண்ணீர் மூலக்கூறு ஒன்று அகற்றப்படுகிறது. இந்த இணைப்பு பெப்டைடு இணைப்பு (peptide linkage) என்று சொல்லப்படும். எடுத்துக்காட்டாக அலனின் (alanine) என்னும் அமினோ ஆசிடின் இரு மூலக் கூறுகள் பெப்டைடு இணைப்பின்மூலம் எவ்வாறு இணைகின்றன என்பது படம் 82-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



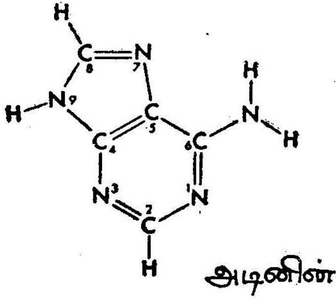
படம் 82.

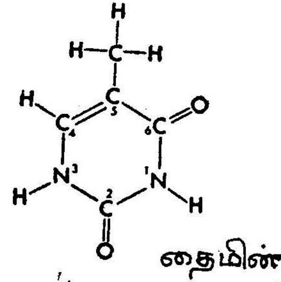
இரண்டு அலனின் அமினோ ஆசிடுகளின் மூலக்கூறுகள் பெப்டைடு இணைப்பு மூலம் சேருதல். CONH என்பதே பெப்டைடு இணைப்பாகும்.

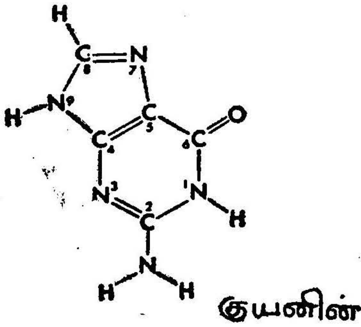
இரண்டு அமினோ ஆசிடுகள் இணைந்து உண்டாகும் பொருள் டைபெப்டைடு எனப்படும். இதன் ஒரு முனையில் ஒரு அமினோ தொகுதியும், மற்றொரு முனையில் கார்பாக்சில் தொகுதியும் உள்ளன. எனவே, இந்த இரு முனைகளிலுமோ அல்லது ஒரு முனையிலோ வேறு இரண்டு அல்லது ஓர் அமினோ ஆசிட் பெப் டைடு இணைப்பின் மூலம் இணையலாம். இப்படியாக எத்தனை அமினோ ஆசிடுகள் வேண்டுமென்றாலும், சங்கிலித் தொடர்போல் முடிவற்று இணைய வாய்ப்புண்டு. இவ்விதம் அநேக அமினோ ஆசிடுகள் இணைந்த கூட்டுப் பொருள் பாலிபெப்டை (Polypeptide)

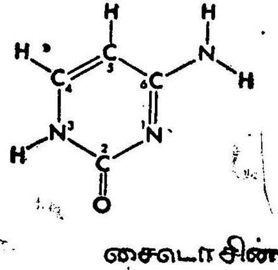
எனப்படும். பெப்டைட்டு இணைப்புக்கு ஆற்றல் தேவை. தேவை யான இந்த ஆற்றல் *ATP*-யிலிருந்து பெறப்படுகிறது.

ஒரு புரொட்டீனின் அமினோ ஆசிட் தொடர் அதன் முதல் அமைப்பு (primary structure) எனப்படும். அமினோ ஆசிடுகளின் வரிசையாலமைந்த பாலிபெப்டைட்டு சங்கிலி (Polypeptide chain) யானது திருகுச் சுருள்போலச் சுருளுகிறது. இச் சுருள் ஆல்பா சுருள் (Alpha helix) எனப்படும். இது புரொட்டீனின் இரண்டா மமைப்பு (secondary structure) எனப்படும். ஏறக்குறைய ஒழுங்கா யமைந்த ஆல்பா சுருள், ஒழுங்கற்ற முறையில் பலவாருக மடிக்கப்



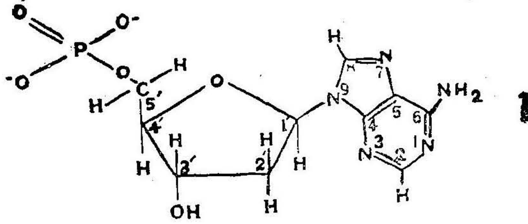



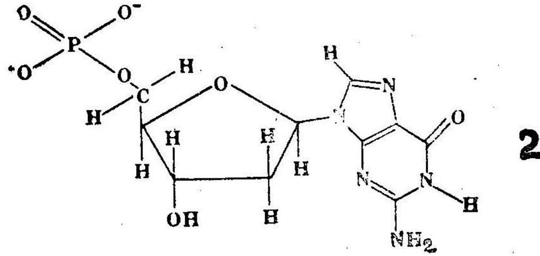

படம் 83.

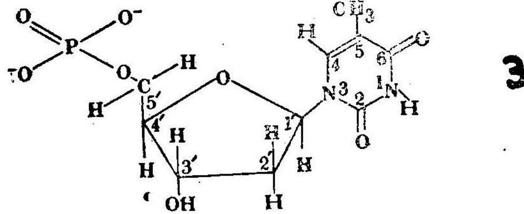
*DNA* மூலக்கூறில் அடங்கியுள்ள நான்கு நைட்ரஜன் காரங்களின் கட்டமைப்பு

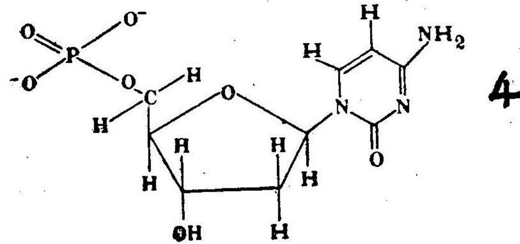
பட்டு ஏறத்தாழ கோள வடிவமான புரொட்டீன் மூலக் கூறுகளா கிறது. இம் மடிப்பு புரொட்டீனின் மூன்ருவது அமைப்பு (tertiary structure) எனப்படும். புரொட்டீன் மூலக்கூறின் சுருள்கள், மடிப்புகள் ஆகியவற்றை ஏற்படுத்துவதும், நிலைப்படுத்துவதும் அதிலமைந்துள்ள தனிம அணுக்களின் இணைவாகும். இதில் முக்கியமானது ஹைட்ரஜன் இணைவு (Hydrogen bonding) ஆகும்.

ஒவ்வோர் உயிரினமும் அதற்கெனப் பிரத்தியேகமான பலவித புரொட்டீன்களைத் தயாரிக்கிறது. ஒவ்வொரு புரொட்டீ




படம் 84

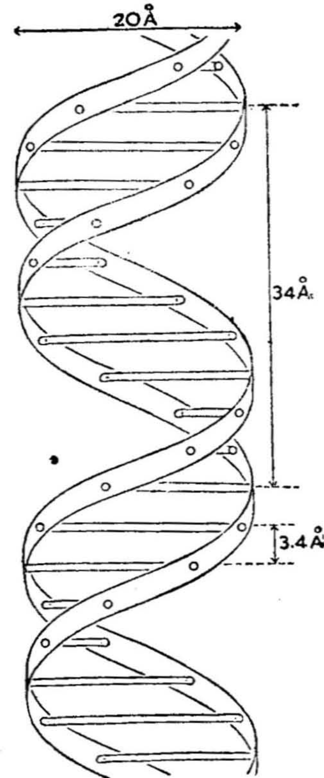
*DNA* மூலக்கூறில் அடங்கியுள்ள நான்கு நியூக்ளியோடைடுகள்

1. டியாக்சி அடினிலேட் (Deoxy adenvlate) 2. டியாக்சி குயனிலேட் (Deoxy guanylate); 3. டியாக்சி தைமிடிலேட் (Deoxy thymidilate); 4. டியாக்சி சைடிடிலேட் (Deoxy cytidilate).

னின் தன்மையும் அதன் மூலக்கூறுகளிலுள்ள அமினோ ஆசிட் தொடரைக் பொறுத்ததாகும். இவ்வாறு குறிப்பிட்ட வரிசைகளில்

அமினே ஆசிடுகளை இணைப்பதே புரொட்டீன் தயாரிப்பின் முக்கிய படியாகும். ஒவ்வோர் உயிரினமும் அதற்கேற்ற தனிப்பட்ட அமைப்புடைய புரொட்டீன்களை, செல் நியூக்ளியசில் உள்ள *DNA* என்னும் பொருளில் அமைந்துள்ள சங்கேதங்களைக் கொண்டு தயாரிக்கின்றன என்று இப்போது பொதுவாக நம்பப்படுகிறது. இவ்வாறு *DNA*-ல் ஒவ்வொரு புரொட்டீனைக் குறிக்கும் சங்கேதங்களும் தனித்தனியாக அமைந்துள்ளன. ஒருகுறிப்பிட்ட புரொட்டீனைக் குறிக்கும் சங்கேதம் ஒரு ஜீன் என்றும் சொல்லப்படுகிறது.

*DNA* மூலக் கூறிலுள்ள அடினின் (Adenine), குயனின் (Guanine), தைமின் (Thimine), சைடொசின் (Cytosine) ஆகிய காரங்களின் (படம் 83) வரிசையே புரொட்டீன் மூலக் கூறிலுள்ள அமினே ஆசிட் வரிசையைக் குறிக்கும் சங்கேதமாகும். ஆனல் நான்குவித *DNA* நியூக்ளியோடைடுகளில் (படம் 84) அடங்கியுள்ள காரங்களொவ்வொன்றும் ஓர் அமினே ஆசிடின் சங்கேதமாகாது. மாருக அடுத்தடுத்து அமைந்த மூன்று காரங்களின் வரிசை ஓர் அமினே ஆசிடைக் குறிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, காரங்களின் முதல் எழுத்துகளான *A*, *T*, *G*, *C* ஆகியவற்றை எடுத்துக் கொண்டால், *CGA* என்ற வரிசை அர்ஜினின் (Arginine) என்ற அமினே ஆசிடையும், *CAG* என்ற வரிசை குளுடாமின் (Glutamine) என்ற அமினே ஆசிடையும், *AAA* என்ற வரிசை லைசின் (Lysine) என்ற அமினே ஆசிடையும் குறிப்பனவாகும். இவ்வாறு நான்கு காரங்களை மும்மூன்ருக வரிசைப்படுத்தினுல் மொத்தம் 64 விதமான வரிசைகள் ($4^3$) வருகின்றன. ஆனல், உயிரினங்களில் காணப்படும் அமினே ஆசிடுகள் 25-க்கும் குறைவாகையால், அநேக அமினே ஆசிடுகளுக்கு ஒன்றுக்கு மேற்

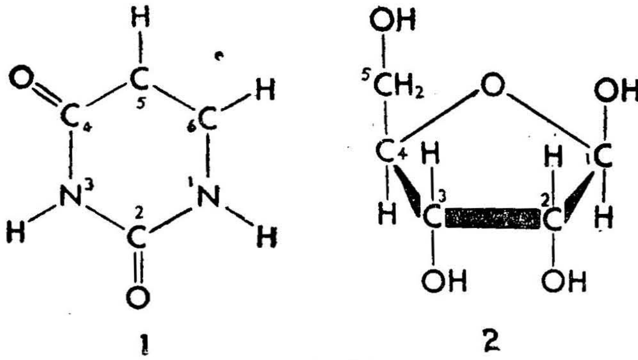


படம் 85.
*DNA* மூலக்கூறின் பொது அமைப்பு

பட்ட சங்கேதங்கள் உள்ளன. எடுத்துக்காட்டாக *GAA*, *GAG* ஆகிய இரண்டும் குளுடாமினையும், *AAA*, *AAG* ஆகிய இரண்டும் லைசினையும் குறிக்கின்றன (படம்88).

ஒரு புரொட்டீன் மூலக் கூறில் அமினோ ஆசிடுகள் அமைந்திருக்கும் வரிசையிலேயே *DNA* மூலக்கூறில் (படம் 85) அதற்கான ஜீனில் சங்கேத வரிசையும் அமைந்துள்ளது. ஒவ்வோர் அமினோ ஆசிடும் மூன்று காரங்களின் வரிசையால் குறிக்கப்படுவதால், புரொட்டீனிலுள்ள அமினோ ஆசிடுகளின் எண்ணிக்கையைப்போல் மூன்று மடங்கு காரவரிசைகளடங்கிய *DNA* பகுதியில் அதன் சங்கேதம் அடங்கியிருக்கும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு புரொட்டீனில் 100 அமினோ ஆசிடுகளிலிருந்தால்தான் அதற்கான ஜீன் 300 காரங்கள் நீளமுள்ள *DNA*-யால் ஆக்கப்பட்டதாக இருக்கும். *DNA* மூலக்கூறின் அமைப்பு ஓர் உயிருக்கு அதன் பெற்றோரிடமிருந்து மரபாக வருவதால், *DNA* சங்கேதமானது மரபுக்குறியீடு (Genetic code) என்றும் சொல்லப்படும்.

புரொட்டீன்களுக்கான குறியீடு நியூக்ளியசிலுள்ள *DNA*-ல் இருந்தாலும், புரொட்டீன் தயாரிப்பானது சைட்டொபிளாசத்திலிருக்கும் என்டொபிளாச வலையை (Endoplasmic reticulum) ஒட்டியிருக்கும் ரைபொசோம்களில் (Ribosomes) தான் நடைபெறுவதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆகவே, புரொட்டீன்

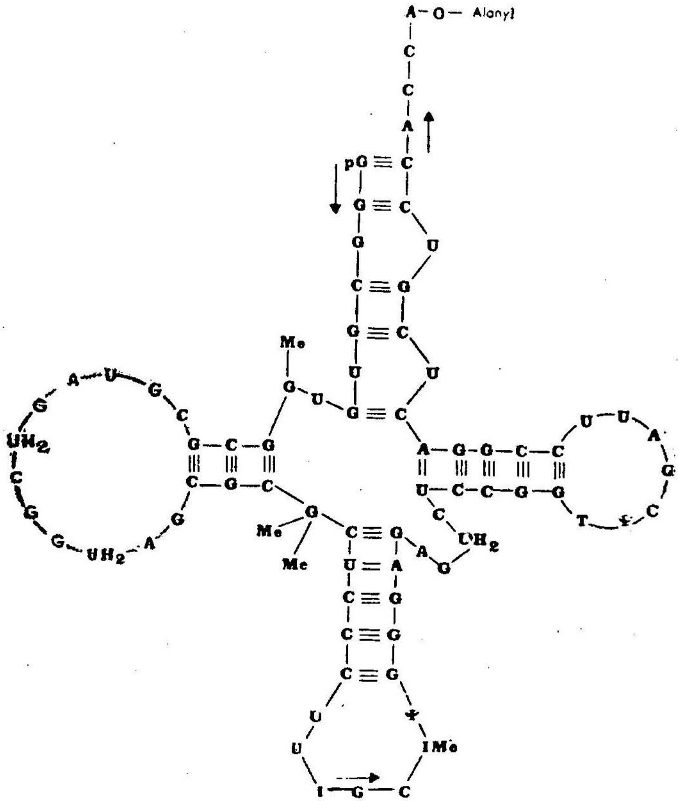



படம் 86.

1. தைமினுக்கு பதிலாக *RNA* மூலக்கூறில் உள்ள யுரேசில் என்னும் நைட்ரஜன் காரத்தின் கட்டமைப்பு. 2. *RNA* மூலக்கூறில் உள்ள ரைபோஸ் சர்க்கரையின் கட்டமைப்பு.

தயாரிப்பின் முதற்படி, நியூக்ளியசிலுள்ள குறியீடு சைட்டொபிளாசத்திலுள்ள ரைபொசோம்களைச் சென்றடைவதாகும். அவ்

வாறு நியூக்ளியஸ் *DNA*-ன் குறியீட்டை ரைபொசோம்களுக்குக் கொண்டு செல்லுவது அஞ்சல் *RNA* (messenger *RNA*) என்னும் பொருளாகும். இந்த *RNA* சில பண்புகளில் *DNA* ஐ ஒத்ததாகும். இதிலும் நான்குவிதமான காரங்கள் உள்ளன. ஆனால் *DNA*-யிலுள்ள தைமினுக்குப் பதிலாக இதில் யுரேசில் என்ற காரமும், டியாக்சிரைபோசுக்கு பதிலாக ரைபோஸ் சர்க்கரையும் (படம் 86) அமைந்துள்ளது. *DNA* மூலக்கூறின் இரு நியூக்ளியொடைடு




படம் 87.

அஞ்சல் *RNA*-யிடலங்கும் மொத்தம் 64 அமினோ ஆசிட் கூறியீடுகள் (Genetic code).

தொடர்களில், ஒரு தொடரின் காரவரிசைக் குறியீட்டை அச்சாகக் கொண்டு அதன் பிரதியான மற்றொரு நியூக்ளியொடைடு தொடர் உண்டாவதுபோலவே அஞ்சல் *RNA* பிரதியும் சில நொதிகளின் உதவியால் உண்டாக்கப்படுகிறது. அதாவது *DNA*

சங்கிலியில் *A*, *T*, *G*, *C* என்ற காரங்களின் பிரதியாக *U*, *A*, *C*, *G* என்ற வரிசை கடத்தல் *RNA*-ல் உண்டாகிறது. இவ்வாறு *DNA*-லிருந்து அஞ்சல் *RNA*-க்கு மாற்றப்பட்ட குறியீடே புரொட்டீன் தயாரிப்புக்குச் சங்கேதமாகப் பயன்படுகிறது (படம் 87).

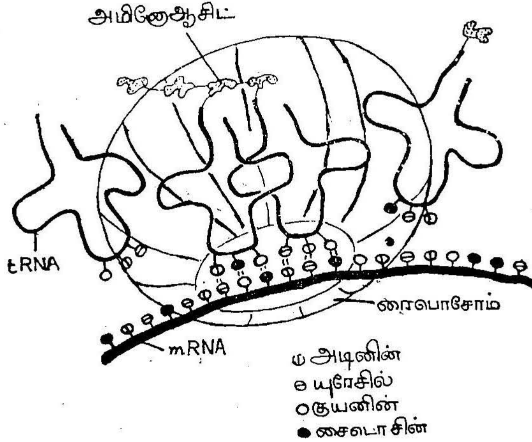
| first letter | second letter: U | second letter: C | second letter: A | second letter: G | third letter |
|---|---|---|---|---|---|
| U | UUU, UUC: phe<br>UUA, UUG: leu | UCU, UCC, UCA, UCG: ser | UAU, UAC: tyr<br>UAA ochre (terminator)<br>UAG amber (terminator) | UGU, UGC: cys<br>UGA (terminator)<br>UGG tryp | U<br>C<br>A<br>G |
| C | CUU, CUC, CUA, CUG: leu | CCU, CCC, CCA, CCG: pro | CAU, CAC: his<br>CAA, CAG: gluN | CGU, CGC, CGA, CGG: arg | U<br>C<br>A<br>G |
| A | AUU, AUC, AUA: ileu<br>AUG met (initiator) | ACU, ACC, ACA, ACG: thr | AAU, AAC: aspN<br>AAA, AAG: lys | AGU, AGC: ser<br>AGA, AGG: arg | U<br>C<br>A<br>G |
| G | GUU, GUC, GUA, GUG: val | GCU, GCC, GCA, GCG: ala | GAU, GAC: asp<br>GAA, GAG: glu | GGU, GGC, GGA, GGG: gly | U<br>C<br>A<br>G |

படம் 88.

அலனின் மாற்று *RNA* (*t RNA*) மூலக்கூறின் கட்டமைப்பு

*DNA*-ன் குறியீட்டைச் சங்கேதமாகப் பெற்ற அஞ்சல் *RNA*-யானது, நியூக்ளியசிலிருந்து வெளிப்பட்டு என்டொபிளாச வலையை அடைகிறது. அஞ்சல் *RNA*-யினுடைய சங்கேதப்படி,

மாற்றும் *RNA* (transfer *RNA*) என்ற பொருளின் உதவியைக் கொண்டு ரைபொசோம்கள் அமினோ ஆசிடுகளை வரிசையாகப் பெப்டைடு இணைப்பின்மூலம் இணைக்கின்றன. மாற்று *RNA*-ல், அஞ்சல் *RNA*-ன் சங்கேதத்தை அனுசரித்த எதிர்ச் சங்கேதமும் (Anticodon), அச் சங்கேதத்துக்குரிய அமினோ ஆசிடோடு இணைவதற்கான அமைப்பும் உள்ளன. அதாவது ஒவ்வோர் அமினோ ஆசிடுக்கும் ஒரு தனிப்பட்ட மாற்று *RNA* உள்ளது (படம் 88). இந்த மாற்று *RNA*-க்களால் அமினோ ஆசிடுகள் அஞ்சல் *RNA* ரைபொசோம் கூட்டமைப்புக்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன. அங்கு அஞ்சல் *RNA*-யிலுள்ள சங்கேத வரிசைப்படி அமினோ ஆசிடுகள் பாலிபெப்டைடு சங்கிலிகளாக இணைக்கப்படுகின்றன (படம் 89). ஒரு மாற்று *RNA* மூலக்கூறுய்க் கொண்டுவரப்பட்ட அமினோ ஆசிடு அதற்குரிய இடத்தில் இணைந்ததும், மாற்று *RNA* தனியாக விடுபட்டு அதே அமினோ ஆசிடின் மற்றொரு மூலக்கூறை எடுத்துவரப் பயன்படுகிறது. அஞ்சல் *RNA*-ன் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைவரையுள்ள சங்கேதப்படி முழு




படம் 89.

புரொட்டீன் தயாரிப்பு; இடது கோடியிலுள்ள *t RNA* தனது அமினோ ஆசிடை இணைத்துவிட்டு ரைபொசோமிலிருந்து விடுபட்டுச் செல்லுகிறது; வலது கோடியிலுள்ள *t RNA* தனது அமினோ ஆசிடை ரைபொசோமுக்குக் கொண்டு செல்லுகிறது; நடுவிலுள்ள *t RNA*-க்களிரண்டும் ரைபொசோமில் தமது அமினோ ஆசிடுகளைப் பெப்டைடு இணைப்பின்மூலம் சேர்க்கின்றன.

புரொட்டீன் சங்கிலியும் இணைந்ததும் அப் புரொட்டீன் விடுபட்டு அதற்குரிய, இரண்டாவது, மூன்றாவது அமைப்புகளைப் பெறுகிறது.

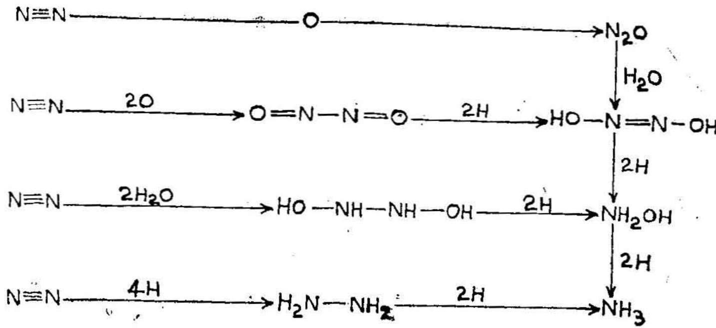
மிகச் சுருக்கமாக மேலே சொல்லப்பட்டுள்ள புரொட்டீன் தயாரிப்பு, உண்மையில் மிகச் சிக்கலான பல்வேறு வேதியச் செயல்களைக் கொண்டதாகும். இவ் வேதியச் செயல்களின் ஒவ்வொரு படியும் ஒரு தனிப்பட்ட நொதியின் ஈடுபாட்டால் நடைபெறுகிறது. *DNA* மூலக் கூறுகள் ஓர் உயிருக்கு மரபாக வருவது போலவே, இந்த அடிப்படை நொதிகளும் மரபாக வருகின்றன என்று கருத இடமுண்டு.

## நைட்ரஜன் சுழற்சி
### (Nitrogen Cycle)

தாவரங்களெல்லாம் நிலத்திலிருந்து நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்களை இடைவிடாது எடுத்துக் கொண்டேயிருக்கின்றன. மற்றும் நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்கள் நீரில் நன்ருகக் கரையக் கூடியனவாகையால் வடிநீரால் அகற்றப்படுகின்றன. மண் அரிப்பினுலும் நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்கள் அகற்றப்படுகின்றன. ஆயினும், மண்ணிலுள்ள நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்களின் மொத்த அளவு குறைவதில்லை. இது நைட்ரஜன் நிலைப்பாடு, நைட்ரஜன் மாற்றம் ஆகிய நிகழ்ச்சிகளினுலாகும். இந் நிகழ்ச்சிகளெல்லாம் சேர்ந்ததே நைட்ரஜன் சுழற்சி எனப்படும்.

**நைட்ரஜன் நிலைப்பாடு (Nitrogen fixation)**

காற்றில் 4/5 பங்கு நைட்ரஜன் இருந்தாலும், இதைத் தாவரங்கள் நேரடியாகப் பயன்படுத்திக்கொள்ள முடியாது. நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்களாக மாற்றப்பட்ட பின்பே தாவரங்களின் வேர்




படம் 90.
நைட்ரஜன் நிலைப்படக்கூடிய பலவழிகள்

கள் மூலம் எடுத்துக்கொள்ளப்படமுடியும். இவ்விதம் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜன் வாயுவை நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்களில் சேர்க்கும்

நிகழ்ச்சியே (படம் 90) நைட்ரஜன் நிலைப்பாடென்று சொல்லப் படுகிறது.

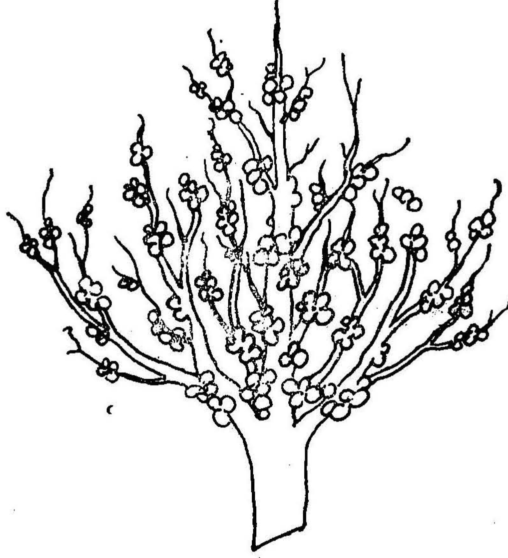
இயற்கையில் நைட்ரஜன் நிலைப்பாடு இரண்டு முறைகளில் நடைபெறுகிறது. ஒருமுறை இரசாயன நிலைப்பாடு (Chemical fixation) எனப்படும். இதில், மின்னல் மழை ஆகியவை சம்ப விக்கும்பொழுது வெளிப்படும் மின்சக்தியினால் காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனும், ஆக்சிஜனும் சேர்ந்து நைட்ரஜன் ஆக்சைடுகள் உண்டாகின்றன. இவை மழை நீரில் கரைந்து நிலத்தை அடை கின்றன.

நைட்ரஜன் நிலைப்பாட்டின் மற்றொரு முறை உயிர்வழி நைட் ரஜன் நிலைப்பாடு (Biological nitrogen fixation) ஆகும். நைட் ரஜன் நிலைப்படுத்தும் நுண் உயிரினங்களில் சில, நிலத்தில் தனித்து வாழ்வனவாகும். வேறு சில, உயர்த் தாவரங்களுடன் கூட்டுயிரி (symbion) களாக வாழ்வனவாகும்.

மண்ணில் தனித்து வாழ்ந்து நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் உயிரினங்களில், பாக்டீரியங்களான அசொடோபாக்டர் (Azoto-bacter), கிளாஸ்ட்ரீடியம் (Clostridium) ஆகியவையும், நில ஈஸ்டு களும் (soil yeast), நீலப் பசும்பாசிகளான நாஸ்டாக் (Nostoc), அனபீனு (Anabena), காலோத்ரிக்ஸ் (Calothrix) முதலியனவும் முக்கியமானவைகளாகும். நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துவதற்குத் தேவையான ஆற்றலை உயிர்ப்பின்மூலம் அவை பெறுகின்றன. நைட்ரஜன் நிலைப்படுத்தி இவை தயாரித்து மண்ணில் சேர்க்கும் கூட்டுப் பொருள்கள், ஆஸ்பரஜீன் (Asparagine), குளூடாமின் (Glutamine). அமோனியா (Ammonia) முதலியவையாகும்.

கூட்டுயிரிகளாக வாழ்ந்து நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துபவை சிலவகை பாக்டீரியங்களாகும். இவை பல்வேறு தாவரங்களின் வேர்களிலும் இலைகளிலும் கூட்டுயிரிகளாக வாழ்கின்றன. இவற்றில் லெகுமினோசியே (Leguminoseae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களின் வேர்களில் வாழும் வேர் முண்டு பாக்டீரியங்கள் (படம் 91) முக்கியமானவையாகும். இவை தனிக்கோல்கள், கிளைத்த கோல்கள், கோளங்கள் முதலிய வடிவங்களில் மண்ணில் இருக்கின்றன. இவற்றிலிருந்து வீச்சிழை (flagella) களைக் கொண்ட அங்கங்கள் தோன்றுகின்றன. இவ்வங்கங்கள், வேரி லிருந்து வெளிப்படும் கசிவுப்பொருளொன்றால் ஈர்க்கப்பட்டு வேரை நோக்கிச் செல்லுகின்றன. பின்னர் அவை வேர்த்தூவி களினுள் செல்லுகின்றன. அதன் பிறகு அவ் வேர்த்தூவிகள் சுருளு

கின்றன. அவற்றிலிருந்து வழவழப்பான இழை ஒன்று வேரின் உட்பகுதியை நோக்கி நீண்டு வளருகிறது. இந்த இழை தொற்றிழை (infection thread) எனப்படும். இந்தத் தொற்றிழையில் ஏராளமான பாக்டீரியங்களிருக்கின்றன. தொற்றிழையானது, புரணியினுள் ஆழமாகச் சென்று கிளைவிட்டுப் பல செல்களுக்குப் பரவுகிறது. பாதிக்கப்பட்ட செல்கள் வேகமாகப் பகுப்புற்றுத் திசு வளர்ச்சி ஏற்படுவதால், வேர் முண்டுகள் உண்டாகின்றன. தொற்றிழையிலிருந்து வெளிப்பட்ட பாக்டீரியங்களால் இத் திசுவின் செல்கள் முழுதும் நிரம்புகின்றன. இவ்வாறு வேர் முண்டுகளினுள் சென்ற பாக்டீரியங்கள், நிலத்திலுள்ள காற்றிலிருந்து வேருக்குள் ஊடுபரவி வரும் நைட்ரஜன் வாயுவை நிலைப்படுத்துகின்றன.



படம் 91

நைட்ரஜனை நிலைகூரச் செய்யும் பாக்டீரியங்களடங்கிய வேர் முண்டுகள்

அத்தகைய வேர் முடிச்சுகளில் சிவப்பான நிறமி ஒன்று பெரும்பாலும் காணப்படுகிறது. இது லெக்ஹெமோ குளோபின் (Leghemo-globin) எனப்படுகிறது. வேர் முடிச்சுகள் உள்ள தாவரங்களை இருட்டில் வைத்திருந்தால், இந்த நிறமி பச்சையாக மாறிவிடுகின்றது. அவ்வாறு பச்சை நிறமடைந்த வேர் முடிச்சுகள் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துவதில்லை. எனவே, இந்த லெக்ஹெமோ குளோபின் என்ற நிறமி நைட்ரஜன் நிலைப்படுத்தலில் ஒரு முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது என்று கருதப்படுகிறது.

நுண்ணுயிர்கள் நைட்ரஜனை எவ்வாறு நிலைப்படுத்துகின்றன என்பது இன்னும் சரியாகத் தெரியவில்லை. அசொடோபாக்டர் என்னும் பாக்டீரியம் நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும்போது, குளுடாமிக் ஆசிட், அஸ்பார்டிக் ஆசிட் முதலிய அமினோ ஆசிடுகள் இடைப்பொருள்களாகத் தோன்றுகின்றன. உயர் தவாரங்களில் புரொட்டீன் தயாரிப்பு நடைபெறும்போதும் இந்த இடைப்பொருள்கள் உண்டாகின்றன. எனவே, பாக்டீரிய நைட்ரஜன் நிலைப்பாடு, உயர் தாவரங்களின் புரொட்டீன் தயாரிப்பை ஒத்ததாக இருக்கலாமென்று கருதப்படுகிறது. முதலில் நைட்ரஜனானது அமோனியாவாக நீக்கரிகப்படலாமென்றும், பிறகு அமோனியாவானது அங்கக கீடோ ஆசிடுகளுடன் இணைந்து அமினோ ஆசிடுகளாகலாமென்றும் ப்ளாம் (Blom) என்பவர் கருதுகிறார். நைட்ரஜன் நீக்கரிப்பு எப்படி நடைபெறுகிறது என்பது திட்டவட்டமாகத் தெரியவில்லை. இது இரண்டு வழிகளில் நடைபெறலாம். முதலில் நைட்ரஜன் ஆக்சிஜனுடன் இணைந்து நைட்ரஜன் ஆக்சைடுகளாகிப் பிறகு இந்த ஆக்சைடுகள் ஹைட்ராக்சில்

படம் 92.
நைட்ரஜன் சுழற்சி

அமின், அமோனியா முதலியவைகளாக நீக்கரிக்கப்படலாம். அல்லது நேரடியாக நைட்ரஜன் ஹைட்ரஜனுடன் இணைந்து அமோனியாவாகலாம். இப்படிப்பட்ட நேரடி நீக்கரிப்பை ஊக்குவிக்கக்கூடிய நைட்ரோஜினேஸ் (Nitrogenase) என்னும் நொதி சில பாக்டீரியங்களில் இருப்பதாகச் சொல்லப்படுகிறது.

**நைட்ரஜன் சுழற்சி**

தாவரங்களால் தயாரிக்கப்படும் புரொட்டீன் முதலிய நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்கள் விலங்குகளாலும் மனிதர்களாலும் உணவாக உட்கொள்ளப்படுகின்றன. இவற்றின் கழிவுகளும், இறந்த பகுதிகளும் மண்ணை அடைகின்றன (படம் 92). கழிவுகளும், இறந்த பகுதிகளும் எரிக்கப்படும்போது ஒரு பகுதி நைட்ரஜன் வாயுவாக வெளி வளிமண்டலத்தை அடைகிறது. எரிக்கப்படாத பகுதி மண்ணில் வாழும் நுண்ணுயிர்களால் வேதிய மாற்றமடைகிறது. குறிப்பாக அமோனியா தோற்றி (ammonifying) பாக்டீரியங்கள் கழிவுகளிலிருந்து அமோனியாவை உண்டாக்குகின்றன. சில தாவரங்கள் இந்த அமோனியாவை நேரடியாக எடுத்துக் கொள்ளுகின்றன. ஆனால், அமோனியாவின் பெரும்பகுதி நைட்ரஜன் சேர்ப்பு (nitrifying) பாக்டீரியங்களான நைட்ரசோ கோக்கஸ் (Nitroso coccus), நைட்ரோ சொமொனஸ் (Nitro somonas) முதலியவற்றால் முதலில் நைட்ரைட்டுகளாகவும் பிறகு நைட்ரோ பாக்டர் (Nitro bacter) என்னும் பாக்டீரியத்தால் நைட்ரேட்டுகளாகவும் ஆக்சீகரிக்கப்படுகிறது. இந்த நைட்ரைட்டுகளும், வேதிய, உயிர் வழிகளில் நிலைப்படுத்தப்பட்ட வெளி வளி நைட்ரஜனும் மீண்டும் தாவரங்களால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. அதே சமயத்தில் மண்ணிலுள்ள நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருள்களிலிருந்து நைட்ரஜன் நீக்கு (denitrifying) பாக்டீரியங்களால், நைட்ரஜன் வாயு வெளிப்படுத்தப்படுகிறது. இதில் நைட்ரஜன் நிலைப்படுத்தும் நுண்ணுயிர்களால் எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டது போக மீதி வெளி வளி மண்டலத்தை அடைகிறது. இவ்வாறு இயற்கையில் உயிரினங்களுக்கும் சூழ்நிலைக்குமிடையே நைட்ரஜன் சுழற்சி இடைவிடாது நடந்துகொண்டேயிருக்கிறது.

இயற்கையில் மேற் சொன்னபடி நடக்கும் நைட்ரஜன் சுழற்சியோடு, மனிதனால் பயிர் சாகுபடிக்காக மண்ணில் இடப்படும் நைட்ரஜன் உரங்களையும் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். பொதுவாகப் பயிர்ச் சாகுபடி செய்யப்படும் நிலங்களில் பயிர்களுக்குப் போதுமான நைட்ரஜன் இருப்பதில்லை. எனவே, பயிர்கள் செழித்து வளருவதற்காக, வேதிய முறையில் தொழிற்சாலைகளில் மனித முயற்சியால் தயாரிக்கப்பட்ட நைட்ரஜன் உரங்கள் வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த நைட்ரஜனும், நைட்ரஜன் சுழற்சியில் சேர்ந்து விடுகிறது. இதுவன்றி, தாவரங்கள் விலங்குகளாகியவற்றின் கழிவு, இறந்த பகுதி முதலியவற்றாலான எருக்களைப் பயிர்ச் சாகுபடிக்கு இடுவதன் மூலம், இயற்கை நைட்ரஜன் சுழற்சியின் நைட்ரஜன் மனிதனால் மற்ற இடங்களைவிடச் சாகுபடி நிலங்களில் அதிகரிக்கப்படுகிறது.

## வளியறுயிர்ப்பு

## (Anaerobic Respiration)

வளியுயிர்ப்பும், வளியறுயிர்ப்பும் ஒன்றோடொன்று நெருங்கிய தொடர்புடையன வென்றும், வளியறுயிர்ப்பே வளியுயிர்ப்புக்கான முதற்படியாகுமென்றும் பொதுவாகக் கருதப்படுகிறது. இக் கருத்தை வலியுறுத்தப் பல ஆதாரங்களுள்ளன. அவையாவன :

(1) இயல்பாக வளியுயிர்ப்பு செய்யும் தாவரங்கக்களனைத்திலும் போதுமான ஆக்சிஜன் கிடைக்காதபோது வளியறுயிர்ப்பு நிகழுகிறது. இதற்கு விதிவிலக்காக இலோடியா கனடென்சிஸ் (Elodea canadensis) என்ற தாவரம் மட்டுமே இருப்பதாகத் தெரிகிறது.

(2) வளியறுயிர்ப்பில் பங்குபெறும் முக்கிய நொதியாகிய சைமேஸ் (Zymase) தாவர செல்களனைத்திலுமே இருப்பதாகத் தெரிகிறது. எனவே, சைமேஸ் நொதி பங்கேற்கும் வேதிய மாற்றங்கள் இயல்பான செல்லுயிர்ப்பின் ஒரு பகுதியாகும் என்று எண்ண இடமுண்டு. சைமேஸ் நொதியில் செயலை ஆக்சிஜன் தடுப்பதில்லை யாதலால். ஆக்சிஜன் இருக்கும்போது ஆல்கஹால் உண்டாகாமலிருப்பதற்கு சைமேஸின் செயலிழப்பே காரணமாகு மென்று சொல்லமுடியாது.

(3) உயிர்ப்பின் முதற்படிகளில், எளிதில் ஆக்சீகரிக்கக் கூடிய பொருள்கள் வளியறுயிர்ப்பின்மூலம் உண்டாவது உண்மையானுல், வளியறுயிர்ப்பு மட்டும் குறிப்பிட்ட காலத்துக்கு நடக்குமாயின், இப் பொருள்கள் அதிகமாகச் சேரவேண்டும். அதன் பிறகு வளியுயிர்ப்பு நடக்க வாய்ப்பேற்பட்டால், அவ்வுயிர்ப்பு இயல்பான வேகத்தைவிட அதிக வேகமாக நிகழவேண்டும். ஏனென்ருல். வளியுயிர்ப்புக்கான பொருள்கள் ஏற்கெனவே அதிகமாகச் சேர்ந்திருக்கின்றனவல்லவா? உண்மையில் இவ்வாறே நிகழுவதாகப் பல சோதனைகளில் தெரிய வந்துள்ளது.

(4) மேற் சொன்னவற்றிலிருந்து வளியுயிர்ப்புக்கும் வளியறுயிர்ப்புக்கும் உள்ள தொடர்பு புலனுகும். ஆனுல் வளியறுயிர்ப்பாலுண்டாகும் கடைசி பொருள்களை வளியுயிர்ப்பு பயன்படுத்துகிறதென்று கொள்ளமுடியாது. மாருக வளியறுயிர்ப்பினுலுண்டாகும் சில இடைப் பொருள்களை வளியுயிர்ப்பு பயன்படுத்துகிறதென்பதே உண்மையாகும். இப்படிப்பட்ட முக்கியமான ஓர் இடைப்பொருள் பைருவிக் ஆசிட் (Pyruvic acid)

ஆகும். அதாவது கிளைக்காலிசிஸ் (Glycolysis), கிரெப் சுழல் (Kreb cycle), எலக்ட்ரான் நகர்வு (electron transport) ஆகிய மூன்று நிகழ்ச்சிகளில் எல்லா உயிர்ப்புக்கும் கிளைகாலிசிஸ் பொது வாகும். அதன் பிறகு வளியுயிர்ப்பில் மட்டுமே கிரெப் சுழலும், எலெக்ட்ரான் நகர்வும் நடைபெற்று அதிக சக்தி வெளிப்படுகிறது. வளியறுயிர்ப்பில் வேறு விதமான வேதிய மாற்றங்களின்மூலம் குறைவான சக்தி மட்டும் வெளிப்படுகிறது.

**வளியறுயிர்ப்பும் நொதித்தலும்** (Anaerobic respiration and fermentation)

ஈஸ்ட் (Yeast) முதலிய நுண் உயிர்களால் செய்யப்படும் நொதிப்பும், வளியறுயிர்ப்பும் ஒன்றேயாகுமென்று பலரால் கருதப் படுகிறது. இதற்கான அடிப்படைகள் கீழ்வருமாறு :

(1) நொதிப்பிலும், வளியறுயிர்ப்பிலும் ஆறு கரிச் சர்க்கரை களே அடிபடைப் பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன. வேறு அடிப்படைப் பொருள்கள் ஈடுபடுத்தப்படும்போது, முதலில் அவை ஆறுகரிச் சர்க்கரைப் பொருள்களாக மாற்றப்படுகின்றன. இரு நிகழ்ச்சிகளிலும் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. அநேக சமயங்களில் எதைல் ஆல்கஹாலும் (Ethyl alcohol) நொதிப்பிலுண்டாவதுபோலவே. வளியறுயிர்ப்பிலும்உண்டாவதாக அறியப்பட்டுள்ளது. வளியறுயிர்ப்பில் பெரும்பாலும் கார்பன்-டை-ஆக்சைடு உண்டாகும் அளவுக்கு ஏற்ற ஆல்கஹால் உண் டாவதில்லையென்ருல், உண்டாக்கப்படும் ஆல்கஹால் உடனே வேறு வேதிய மாற்றங்களால் மாற்றப்படுவதே காரணமாகலா மன்றி வேறில்லை. எனவே நாமறிந்த வரை, நொதிப்பு, வளிய றுயிர்ப்பு ஆகிய இரண்டிலும் ஈடுபடுத்தப்படும் அடிப்படைப் பொருளும். முடிவாகத் தோன்றும் பொருள்களும் ஒன்றேயாகும். ஆயினும் இவ்வொற்றுமை யொன்றைக் கொண்டு, இடையில் நடைபெறும் வேதியக் கிரியைகளில் படிகளும் ஒன்ருகவே இருக்கு மென்று தீர்மானிக்க முடியாது. ஆனல், வேறு சில ஆதாரங்கள் இரண்டிலும் நடைபெறும் வேதியக் கிரியைகளும் ஒன்ருகவே இருக்கலாமென்று காட்டுகின்றன.

(2) நொதித்தலில் பயன்படும் முக்கிய நொதியாகிய சைமேஸ் பெரும்பாலும் எல்லா தாவர செல்களிலும் காணப்படுகிறது. மற்றும் சைமேஸ் நொதிக் குழுவுண்டாக்கும் வேதிய மாற்றங்களால் தோன்றும் இடைப்பொருள்களும் உயர் தாவர செல்களில் காணப் பட்டுள்ளன.

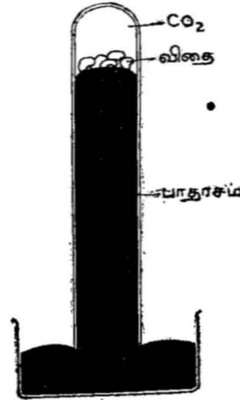
(3) நொதிப்பில் அசிடால்டிஹைடு (Acetaldehyde) ஓர் இடைப்பொருளாகும். அதேபோல் வளியறுயிர்ப்பிலும் இடைப் பொருளாக அசிடால்டிஹைடு உண்டாவது பல பூஞ்சைகளின் வளியறுயிர்ப்பின்போது காணப்பட்டுள்ளது.

(4) நொதிப்பு, வளியறுயிர்ப்பு ஆகிய இரண்டுமே பாஸ்பேட் சேர்ப்பதால் ஒரே மாதிரியாக நடந்துகொள்ளுகின்றன. ஈஸ்டி னுடைய சாறு சர்க்கரையை நொதிப்பிக்கும்போது அனங்கக பாஸ் பேட்டைச் சேர்த்தால் நொதிப்பின் வேகம் அதிகரிக்கிறது. அதே போல் அனங்கக பாஸ்பேட்டால் வளியறுயிர்ப்பின் வேகமும் பல உயர் தாவரங்களின் திசுக்களில் அதிகரிக்கிறது.

எனவே மேற் கூறிய ஆதாரங்களிலிருந்து, நொதிப்பும் வளிய றுயிர்ப்பும் பெருமளவுக்கு ஒன்றையொன்று ஒத்தன வென்று கொள்ளலாம். ஆனுல், ஒருசில கடைசிக் கிரியைகள் ஓரளவு இரண்டிலும் வேறுபடவும் கூடும்.

**வளியறுயிர்ப்பு சோதனை**

வளியறுயிர்ப்பு நடைபெறுவதை ஓர் எளிய சோதனைமூலம் காணலாம். ஒரு சிறிய சோதனைக் குழாயில் பாதரசத்தை நிரப்பி அதன் வாயை இறுக்கமாக விரலால் மூடிக்கொண்டு, ஒரு




படம் 93.
வளியறுயிர்ப்பு

கண்ணடித் தட்டில் உள்ள பாதரசத்தின்மேல் கவனமாகக் கவிழ்த்துப் பிறகு விரலை எடுத்துவிடவும். காற்றின் அழுத்தத்

தால் சோதனைக் குழாயில் பாதரசம் நிரம்பி நிற்கிறது. பிறகு சோதனைக் குழாயைக் கவனமாக அதன் வாய் பாதரசதைவிட்டு வெளிவராமல் தூக்கி, ஏற்கெனவே நன்கு ஊறவைத்த அவரை விதைகள் சிலவற்றைச் சோதனைக் குழாயின் வாயினுள் நுழைக்கவும். விதைகள் உடனே மிதந்து சோதனைக் குழாயின் அடிப் பக்கம் மேலே செல்லுகின்றன. அங்கு முழுதும் பாதரசம் நிரம்பியிருப்பதால் அவற்றுக்குக் காற்று கிடைக்க வழியில்லை. இச் சோதனையை அப்படியே சில மணி நேரம் வைத்திருந்தால் சோதனைக் குழாயின் மூடிய அடிப்பக்கத்தில் வாயு சேருவதையும், அதனால் பாதரசம் கீழிறங்குவதையும் (படம் 93) காணலாம். இப்போது, மறுபடியும் சோதனைக் குழாயை முன்போல மெதுவாகத் தூக்கி, ஓர் இடுக்கியினுதவியால் சிறிய KOH கட்டியொன்றைச் சோதனைக் குழாயின் வாயில் நுழைத்து விடவும். அக் கட்டி உடனே வாயு உள்ள இடத்துக்கு மிதந்து செல்லுவதையும், அது வாயுவை அடைந்தவுடனே வாயுவானது உறிஞ்சப்பட்டு, பாதரசம் மீண்டும் சோதனைக் குழாய் முழுதும் நிரம்புவதையும் காணலாம். இதிலிருந்து சோதனைக் குழாயில் சேர்ந்த வாயு $CO_2$ என்பதையும், அவ் வாயு வளியறுயிர்ப்பால், முளைக்கும் விதைகளிலிருந்து வெளிப்பட்டதாகுமென்றும் அறியலாம்.

———